

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA**



**ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE CONDICIONAN
LA PERCEPCIÓN DE LA DISNEA DURANTE EL EJERCICIO
EN NIÑOS CON ASMA**

TESIS DOCTORAL

M^a SALOMÉ ALBI RODRÍGUEZ

MADRID, 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA**



Tesis doctoral

**ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE CONDICIONAN LA
PERCEPCIÓN DE LA DISNEA DURANTE EL EJERCICIO EN
NIÑOS CON ASMA**

M^a Salomé Albi Rodríguez

Dirección:

Dr. D. José Ramón Villa Asensi

Madrid, Septiembre 2007



Hospital Infantil
Universitario Niño Jesús



Don JOSÉ RAMÓN VILLA ASENSI, Profesor Asociado de Pediatría de la Universidad Autónoma de Madrid y Jefe de Sección de Neumología del Hospital Universitario del Niño Jesús de Madrid

CERTIFICA: Que Doña María Salomé Albi Rodríguez , ha realizado bajo su dirección un trabajo de investigación sobre: **“Estudio de los factores que condicionan la percepción de la disnea durante el ejercicio en niños con asma”** para optar al grado de Doctor en Medicina y Cirugía.

Dicho trabajo reúne a su juicio las condiciones de originalidad y rigor metodológico necesarias para que pueda ser sometido a lectura y discusión.

Madrid a cuatro de septiembre de dos mil siete.

Fdo: Dr. José Ramón Villa Asensi
Director de la Tesis

N.I.F.: Q 287703-J

***A Carlos y nuestros hijos, María y Pablo;
a mis padres y toda mi familia.***

AGRADECIMIENTOS:

Al Dr. José Ramón Villa Asensi, director de esta tesis, que con su claridad de ideas ha orientado en todo momento mis pasos, por su confianza, su entusiasmo, su trabajo y su tiempo.

Al personal de Neumología del Hospital Infantil Universitario del Niño Jesús de Madrid, por su colaboración y la paciencia que han demostrado mientras se realizaban las pruebas. En especial a Maribel por su buena disposición y a Esmeralda, enfermera del laboratorio de Neumofisiología, por su apoyo, optimismo y ayuda continua.

A Yolanda, cuyo ejemplo me ha animado a seguir trabajando día a día.

A todos mis amigos, que han estado presentes en todo momento, a pesar del poco tiempo compartido. En especial a Patricia, María y Berta, por su permanente interés y apoyo.

A todos mis compañeros de trabajo, que han tenido que soportar mis prisas y me han ido animando.

A todos los niños que han participado en este estudio y sus familias, que con tanta ilusión y ganas han participado en este estudio.

ÍNDICE GENERAL

	<i>Página</i>
I. INTRODUCCIÓN	
I.1. Disnea, percepción de disnea y lenguaje.	2
I.1.1. Breve historia y definición de disnea.	4
I.1.1.1. Causas de disnea.	7
I.1.1.2. Percepción de disnea y lenguaje.	8
I.2. Asma y asma inducida por ejercicio.	10
I.2.1. Asma en la infancia.	10
I.2.2. Asma inducida por ejercicio.	19
I.3. Disnea asociada al asma y el ejercicio.	30
I.3.1. Mecanismos etiopatogénicos de la disnea.	30
I.3.2. Factores que influyen en la percepción de disnea.	35
I.3.2.1. Grado de forma física.	36
I.3.2.2. Personalidad, carácter, emociones.	38
I.4. Relación entre la percepción de disnea y la hiperrespuesta bronquial.	41
I.4.1. Medición de la percepción. Valoración de la disnea.	
Escala de Borg.	41
I.4.2. Estudios sobre la percepción de disnea y la hiperrespuesta bronquial. Formas de clasificación de los pacientes según la percepción de disnea.	45
I.5. Percepción de la disnea durante el ejercicio en pacientes con asma.	48
I.5.1. Importancia del conocimiento de la percepción de la disnea durante el ejercicio en pacientes con asma.	48
I.5.2. Concordancia en la percepción entre padres y niños.	51
I.5.3. Dificultad en su medición. Problemas y cuestiones a resolver.	53
II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	55

III. MATERIAL Y MÉTODOS

III.1. Planteamiento general.	58
III.2. Pacientes.	
III.2.1. Selección de la muestra.	59
III.2.2. Sujetos seleccionados. Datos recogidos del paciente.	60
III.3. Estudios realizados.	
III.3.1. Valoración del nivel de Ansiedad Estado/ Rasgo.	62
III.3.2. Test de ejercicio en cinta rodante.	62
III.3.3. Cuantificación de la disnea.	68
III.3.4. Valoración de los síntomas aparecidos durante el ejercicio.	69
III.3.5. Clasificación de pacientes según el tipo de percepción.	70
III.4. Estudio estadístico.	
III.4.1. Recursos Informáticos.	73
III.4.2. Cálculo del tamaño muestral.	73
III.4.3. Estadística descriptiva.	74
III.4.4. Comparación de variables.	74

IV. RESULTADOS

IV.1. Descripción de la muestra global.	77
IV.1.1. Enfermedad de base.	78
IV.1.2. Antecedentes personales y familiares.	80
IV.1.3. Nivel de actividad física.	80
IV.1.4. Grado de ansiedad estado / rasgo.	81
IV.2. Descripción de los resultados del test de esfuerzo.	83
IV.2.1. Parámetros conseguidos.	83
IV.2.2. Resultado del test de esfuerzo.	84
IV.2.3. Administración de broncodilatador.	86
IV.2.4. Síntomas con el ejercicio.	87
IV.3. Análisis de los datos generales en la muestra global.	89
IV.4. Estudio de la positividad del test esfuerzo.	92
IV.4.1. Factores que podrían influir en la positividad del test.	92

IV.5.	Análisis de los síntomas durante el test esfuerzo.	
IV.5.1.	Correlación entre la puntuación de los síntomas referidos por los niños y la función pulmonar y disnea.	99
IV.5.2.	Diferencias entre los síntomas según la positividad del test.	101
IV.6.	Estudio del valor máximo de Borg, cambio de Borg referido por los niños y la máxima caída del FEV₁.	
IV.6.1.	Factores que podrían influir en el Borg máximo, CB y caída máxima del FEV ₁ .	102
IV.6.2.	Relación del Borg máximo y del CB con la máxima caída del FEV ₁ .	109
IV.7.	Análisis del momento de percepción de máxima disnea y el momento de máxima caída de la función pulmonar.	
IV.7.1.	Relación entre el momento de la percepción de máxima disnea y máxima caída de la función pulmonar.	113
IV.7.2.	Influencia de la positividad del test en el momento de percepción.	116
IV.7.3.	Influencia de la gravedad del asma en el momento de percepción.	116
IV.8.	Tipos de perceptores de disnea.	117
IV.8.1.	Influencia del sexo, edad, IMC, nivel de ansiedad y nivel de actividad física en la percepción.	121
IV.8.2.	Influencia del tiempo de evolución y gravedad del asma, la función pulmonar basal y la disnea basal en la percepción.	123
IV.8.3.	Diferencias según el resultado del test de esfuerzo.	125
IV.8.4.	Influencia del grado de esfuerzo en la percepción.	126
IV.9.	Concordancia padre / hijo.	
IV.9.1.	Síntomas durante el test esfuerzo.	127
IV.9.2.	Percepción de la disnea.	128
V.	DISCUSIÓN	133
V.1.	Muestra global de estudio.	135

	<i>Página</i>
V.2.Descripción de los resultados del test de esfuerzo.	137
V.2.1. Parámetros conseguidos.	137
V.2.2. Resultado del test de esfuerzo	137
V.3.Análisis de los datos generales.	139
V.4.Estudio de la positividad del test esfuerzo.	140
V.4.1. Factores que podrían influir en la positividad del test.	140
V.5.Análisis de los síntomas durante el test esfuerzo.	143
V.6.Estudio del valor máximo de Borg, cambio de Borg referido por los niños y la máxima caída del FEV₁.	144
V.6.1. Factores que podrían influir en el Borg máximo, CB y caída máxima del FEV ₁ .	144
V.6.2. Relación del Borg máximo y del CB con la máxima caída del FEV ₁ .	148
V.7.Análisis del momento de percepción de máxima disnea y el momento de máxima caída dev función pulmonar	150
V.8.Tipos de perceptores de disnea.	151
V.8.1. Influencia del sexo y nivel de ansiedad.	152
V.8.2. Influencia de la gravedad del asma, tiempo de evolución, función pulmonar y disnea basal.	154
V.9. Concordancia padre / hijo.	156
VI. CONCLUSIONES	159
VII. BIBLIOGRAFÍA	162
VIII. RESUMEN TESIS	173
IX. ANEXO	
Anexo 1. Consentimiento informado.	178
Anexo 2. Hoja de recogida de datos.	185
Anexo 3. STAIC.	187
Anexo 4. Test de esfuerzo.	188
Anexo 5. Cuantificación de la disnea. Síntomas. Niños.	189
Anexo 6. Cuantificación de la disnea. Síntomas. Padres.	191

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1 Clasificación del asma según su gravedad.	16
Tabla 2 Fármacos que pueden influir en la prueba de esfuerzo.	
Tiempo en que está contraindicada su administración antes de la prueba.	60
Tabla 3 Valores del CB, el valor teórico pronosticado y el valor del residuo bruto de tres pacientes.	71
Tabla 4 Características antropométricas y edad de la muestra.	78
Tabla 5 Datos sobre la enfermedad de base, tiempo de evolución del asma y asistencia médica requerida.	79
Tabla 6 Datos sobre el nivel de ansiedad Estado / Rasgo.	81
Tabla 7 Parámetros obtenidos durante la prueba.	83
Tabla 8 Diferencias entre sexos (valores expresados como Media y DT).	89
Tabla 9 Diferencias según la gravedad del asma en la muestra total.	90
Tabla 10 Diferencias según el nivel de forma física en la muestra total.	91
Tabla 11 Valores de la función pulmonar basal (FEV ₁) según la positividad del test.	95
Tabla 12 Valores de la disnea basal (Borg inicial) según la positividad del test.	95
Tabla 13 Diferencias en la edad según la positividad del test.	96
Tabla 14 Diferencias en el IMC según el resultado de la prueba de esfuerzo.	97
Tabla 15 Diferencias en el grado de ansiedad según la positividad del test.	98
Tabla 16 Correlaciones Spearman entre los síntomas referidos por los niños y la función pulmonar.	99
Tabla 17 Correlaciones Spearman entre el valor del Borg máximo y el CB y los síntomas referidos por los niños.	100
Tabla 18 Diferencias en los síntomas referidos por los niños según la positividad del test.	101
Tabla 19 Diferencias en la disnea y la caída de la función pulmonar según el sexo.	102
Tabla 20 Correlaciones de la disnea y la caída de la función pulmonar con la edad .	103

Tabla 21 Correlaciones de la disnea y la caída de la función pulmonar con el IMC.	105
Tabla 22 Correlación de la disnea y caída de la función pulmonar con la ansiedad.	106
Tabla 23 Correlación de la disnea y caída de la función pulmonar con el tiempo de evolución del asma.	106
Tabla 24 Coeficientes y significación estadística de la regresión lineal máxima caída FEV ₁ -CB en niños.	110
Tabla 25 Correlación entre el CB y la caída del FEV ₁ según la positividad del test.	111
Tabla 26 Momento de máxima percepción de disnea y máxima caída de la función pulmonar.	113
Tabla 27 Relación entre el momento de máxima disnea y máxima caída del FEV ₁ según la positividad del test.	115
Tabla 28 Momento de máxima percepción de disnea según la positividad del test.	116
Tabla 29 Clasificación según el tipo de percepción. Valores de los residuos brutos en cada grupo.	118
Tabla 30 Disnea según la clasificación de la percepción realizada mediante el valor del residuo bruto.	120
Tabla 31 Tabla de contingencia: valores observados y esperados, sexo y tipo de percepción.	122
Tabla 32 Diferencias entre los grupos respecto a la edad, el IMC y la puntuación de ansiedad.	123
Tabla 33 Gravedad del asma en cada grupo de perceptores de disnea.	124
Tabla 34 Disnea y función pulmonar basal en cada grupo de perceptores de disnea.	125
Tabla 35 Reducción del FEV ₁ en cada grupo de pacientes (hipo/normo/hiperperceptores).	125
Tabla 36 Tabla de contingencia. Resultado del test de esfuerzo según los distintos puntos de corte de positividad y el tipo de percepción.	125

Tabla 37 Tabla de contingencia: valores esperados y observados. Resultado del test esfuerzo (punto de corte de positividad- reducción del FEV ₁ del 10%) y el tipo de percepción.	126
Tabla 38 Grado de esfuerzo obtenido según el tipo de percepción de disnea.	126
Tabla 39 Nivel de concordancia entre los síntomas relatados por los padres y por los hijos.	128
Tabla 40 Coeficiente de correlación intraclase en la cuantificación de la disnea.	129
Tabla 41 Correlación entre niños y padres en la cuantificación de disnea.	131

LISTADO DE FIGURAS

Página

Figura 1 Vías para las sensaciones respiratorias.	6
Figura 2 Cronología de la respuesta al ejercicio en pacientes asmáticos.	20
Figura 3 Relación entre los sistemas fisiológicos activados durante el ejercicio y los orígenes de las sensaciones.	22
Figura 4 Patofisiología del asma inducida por el ejercicio.	25
Figura 5 Protocolo de Bruce. Prueba de esfuerzo en tapiz rodante de tipo incremental.	28
Figura 6 Receptores periféricos activados durante el ejercicio.	30
Figura 7 Mecanismos que podrían provocar la aparición de disnea.	32
Figura 8 Círculo de la inactividad física.	37
Figura 9 Escala original de esfuerzo percibido con mayor número de grados (hasta 20) y Escala de Borg con 10 categorías. Escala VAS.	43
Figura 10 Escala de Borg modificada.	68
Figura 11 Valoración de los síntomas percibidos durante la prueba.	69
Figura 12 Cálculo de los residuos brutos.	71
Figura 13 Gravedad del asma en la muestra global.	79
Figura 14 Nivel de actividad física habitual.	81
Figura 15 Percentiles de la puntuación de Ansiedad Estado y Rasgo.	82
Figura 16 FC obtenida respecto a la máxima FC teórica para edad distribuida en rangos.	84
Figura 17 Reducción máxima del FEV ₁ .	85
Figura 18 Resultado del test de esfuerzo según tres criterios diferentes de positividad.	86
Figura 19 Síntomas durante el ejercicio manifestados por los padres y por los hijos expresado en porcentaje.	87
Figura 20 Cuantificación de la disnea (Valor de Borg máximo y CB).	88
Figura 21 a y b Diferencias en el grado de esfuerzo según la positividad del test.	92
Figura 22 Resultado del test de esfuerzo relacionado con el % FC alcanzado sobre la teórica FC máxima (mayor o menor del 90%).	94

	<i>Página</i>
Figura 23 Diferencias en la positividad del test según el sexo.	96
Figura 22 Diferencias en el CB según el sexo.	103
Figura 23 Regresión lineal Edad- Máxima caída del FEV ₁ .	104
Figura 24 Diagrama de regresión simple IMC-CB en niños / IMC-reducción del FEV ₁ .	105
Figura 25 Gravedad del asma y CB.	107
Figura 26 Diagrama de dispersión Borg inicial-Borg máximo.	108
Figura 27 Diagrama de dispersión simple entre el CB y la caída de la función pulmonar.	109
Figura 28 Diagrama de dispersión simple entre la disnea máxima y la caída de la función pulmonar.	110
Figura 29 Regresión lineal en el grupo de pacientes con test negativo y positivo.	111
Figura 30 Regresión lineal entre el CB y la caída de la función pulmonar, según el sexo.	112
Figura 31 Minutos tras acabar el ejercicio de máxima disnea y máxima caída de función pulmonar.	113
Figura 32 Relación entre el momento de percepción de máxima disnea y máxima caída de la función pulmonar.	114
Figura 33 Valores de los residuos brutos.	117
Figura 34 Representación de la caída del FEV ₁ - Borg en los distintos tipos de perceptores. Ejemplos	119
Figura 35 Disnea en cada grupo de pacientes (normo, hipo o hiperperceptores).	120
Figura 36 Distribución por sexos según el tipo de percepción.	121
Figura 37 Edad, IMC y nivel de ansiedad en cada grupo.	122
Figura 38 Tiempo de evolución del asma y tipo de percepción.	124
Figura 39 Representación de Bland y Altman del cambio de Borg en niños y padres.	130

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

AIE	Asma Inducida por Ejercicio
ATS	American Thoracic Society
BIE	Broncospasmo Inducido por Ejercicio
CB	Cambio de Borg
DS	Desviación Estándar
ERS	European Respiratory Society
FCM	Frecuencia cardiaca Máxima
FEV ₁	Volumen Espiratorio Máximo en el Primer Segundo
FVC	Capacidad Vital Forzada
GPD	Grado de Percepción de Disnea
HRB	Hiperrespuesta Bronquial
IgE	Inmunoglobulina E
IMC	Índice de masa corporal
lpm	Latidos por Minuto
METs	Equivalentes Metabólicos (kcal/kg/h)
NAF	Nivel de Actividad Física
NO	Óxido Nítrico
PET	Tomografía por Emisión de Positrones
STAIC-E	Cuestionario de Autoevaluación Escala de Ansiedad- Estado
STAIC-R	Cuestionario de Autoevaluación Escala de Ansiedad- Rasgo
VAS	Escala Visual Analógica
VRS	Virus Respiratorio Sincitial
χ^2	Prueba de la chi cuadrado

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Las sensaciones respiratorias, particularmente la disnea, han sido objeto de multitud de explicaciones filosóficas y fisiológicas. Existe un gran interés por parte de los clínicos en poder establecer la naturaleza y los mecanismos de estas sensaciones respiratorias tanto en personas sanas como enfermas, las partes del cerebro implicadas en el “sentir” de estas sensaciones y la relación entre las sensaciones y el acto de respirar.

Respirar es como caminar, lo habitual es que no seamos conscientes de ello. Aunque en determinadas situaciones, si la frecuencia respiratoria aumenta o aparece una obstrucción en la vía aérea, se vuelve “aparente” e incluso puede provocar una sensación desagradable.

La percepción de la disnea en cada individuo es muy variable. En esta percepción influyen factores funcionales, ambientales y psicosociales.

En los pacientes con asma una percepción alterada de la disnea puede conducir a una valoración errónea de los síntomas con consecuencias importantes como: la búsqueda tardía de tratamiento, una clasificación incorrecta de la gravedad del asma o una limitación en las actividades diarias. Por ello la disnea y en concreto la asociada al ejercicio ha sido estudiada, valorada y cuantificada mediante diversos métodos.

Existen múltiples y diversos trabajos que intentan determinar los parámetros que condicionan esta percepción anómala de la disnea en pacientes asmáticos con el objetivo de clasificarlos correctamente en pacientes hiperperceptores o hipoperceptores, aunque la mayoría han sido realizados en muestras de pacientes adultos.

I.1. Disnea, percepción de disnea y lenguaje.

I.1.1. Breve historia y definición de disnea.

El término disnea procede del griego δύσπνοια (*dys-* δυσ- ‘dificultad’) + (-*pnoia* -πνοια ‘respiración’) significa “dificultad de respirar”. Es utilizado ya en el siglo V.a C por Hipócrates, que hace “aportaciones diagnósticas sobre la sucusión, la fiebre, la *disnea*, el aumento de volumen de un lado del tórax y la imposibilidad de acostarse el enfermo sobre el lado opuesto” y, en lugar de atribuir un origen divino a las enfermedades, discute sus causas ambientales.

Es luego traducido al latín como *dyspnoea*. *Cornelio Celso* (ca. 30 a.C. 50 d.C.) escribió un libro que formaba parte de una enciclopedia “*De Medicina*”. Entre las causas de las enfermedades menciona las estaciones, el clima, la edad del paciente y su constitución física; discute síntomas como la fiebre, sudoración, fatiga y describe determinadas patologías como el *lethargus*, enfermedad caracterizada por un sueño invencible que progresa rápidamente hacia la muerte, habla de las jaquecas de distintos tipos, el asma, la *disnea*, la neumonía y las enfermedades renales. Celso recomienda para estos padecimientos medidas hipocráticas: ejercicio moderado, viajes frecuentes, estancias en el campo, abstención de ejercicios violentos, de relaciones sexuales y de bebidas embriagantes.

Se utiliza de nuevo como término médico en el s. XVI con el estudio de enfermedades profesionales que afectaban principalmente a los pulmones, el asma de los mineros. "Algunas minas son sumamente secas y tal sequedad causa grave daño a los trabajadores. El polvo removido penetra en la vía aérea y en los pulmones produciendo *dificultades en la respiración* y una afección que los griegos llamaron asma. Si tal polvo posee propiedades corrosivas, destruye el pulmón y se extiende a todo el cuerpo".

La causa de la disnea no se cuestionó realmente hasta que las disecciones anatómicas reaparecieron en los siglos XVII y XVIII. Surgieron términos diferentes caracterizados por la morbilidad anatómica de la enfermedad subyacente en el sujeto estudiado (disnea cardiaca, disnea respiratoria y disnea renal); así como expresiones como ortopnea, disnea exertional, disnea paroxística nocturna... Aunque este conocimiento anatómico no aportaba datos sobre los efectos funcionales que provocaban la aparición de la disnea, ni las opciones en su tratamiento.

Más tarde, en 1864, Henry Hyde Slater observó cómo las condiciones ambientales podían determinar la aparición de asma y cómo el ejercicio podía causar congestión pulmonar induciendo la aparición de disnea y broncospasmo, sobre todo cuando el sujeto andaba rápido o corría expuesto al aire frío del invierno.

En 1946, Hexheimer aplicó por primera vez métodos científicos para medir el asma inducido por ejercicio, demostró que la causa de la irritabilidad bronquial era el efecto de la hiperpnea más que del ejercicio y que el tipo de ejercicio y su duración era importante en los cambios en la función pulmonar y la aparición de síntomas como la dificultad respiratoria¹.

A partir de este momento, cuando la fisiología moderna ya estaba establecida, se iniciaron ya los estudios más reglados mediante el método científico y pruebas contrastables. Se ha valorado la influencia de diferentes mecanismos en la aparición de la disnea: los centros respiratorios, la orden motora, la musculatura respiratoria, los receptores sensoriales de la pared torácica, los receptores vagales, los valores gasométricos sanguíneos y los quimiorreceptores entre otros.

En las últimas décadas la aplicación de técnicas psicofísicas ha ayudado en la clarificación de los mecanismos causantes de disnea y en su tratamiento, al permitir realizar una cuantificación de las sensaciones.

Las teorías actuales consideran que la consciencia de la sensación de esfuerzo es una de las mayores causas de disnea, aunque se reconoce que no es el único mecanismo causal y no puede explicar la totalidad de lo experimentado.

La disnea se define como una experiencia subjetiva de falta de confort al respirar (dificultad en la respiración); una percepción de mayor trabajo respiratorio, que aparece, tanto en reposo como con un grado de actividad física inferior al esperado; engloba sensaciones cualitativamente diferentes y de intensidad variable².

La respiración es una de las únicas funciones vitales regulada tanto por factores voluntarios como dependientes del tronco encefálico. La información procedente de receptores periféricos alcanza la consciencia. Las vías desde los receptores sensoriales hasta los centros respiratorios automáticos de la médula son conocidos, la proyección por la que se consigue la percepción consciente en el cerebro está menos establecida. Receptores en la vía aérea, el parénquima pulmonar, músculos respiratorios y quimiorreceptores proporcionan un feed-back sensorial a la médula espinal y centros nerviosos superiores por medio de una innervación vagal, frénica e intercostal. **Figura 1.**

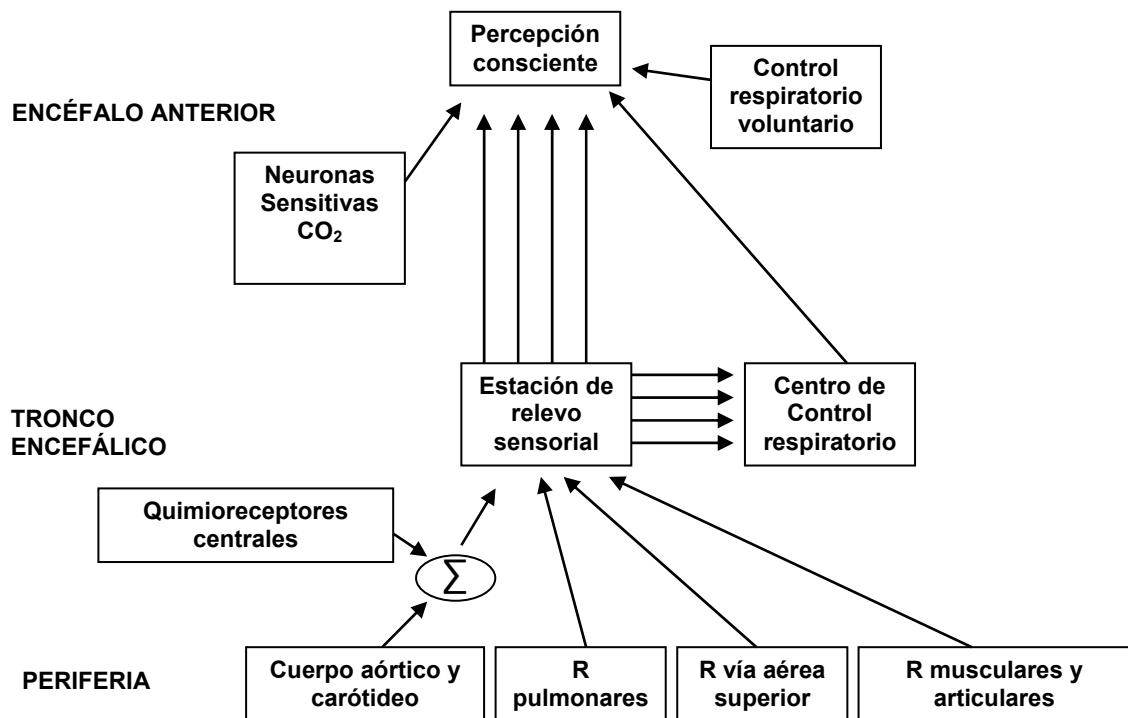


Figura 1. Vías para las sensaciones respiratorias.

En la frecuencia y en el tipo de respiración influyen, además de la situación funcional del individuo, más elementos. Al igual que sucede con otros síntomas, como el dolor, la disnea se inicia con la percepción de un estímulo, el sujeto reacciona a él, lo hace consciente y lo interpreta en el cerebro de manera contextual, cognitiva y conductual. Por ello esta experiencia subjetiva está condicionada por múltiples factores (fisiológicos, psicológicos, sociales y medioambientales) y puede, además, inducir distintas respuestas fisiológicas y comportamentales.

A la hora de describir este síntoma es importante valorar las implicaciones y la importancia del lenguaje, las diferentes sensaciones cualitativas que implica el término disnea, la necesidad de integración de información procedente de diferentes vías neuronales responsables del control respiratorio y las consecuencias en el comportamiento que tiene.

I.1.2. Causas de disnea.

La disnea es el síntoma cardinal de múltiples enfermedades, principalmente cardiorrespiratorias.

Pueden causar la aparición de disnea:

- 1) Enfermedades cardiológicas: cardiomiopatías, disfunciones valvulares, pericarditis, arritmias, insuficiencia cardíaca congestiva, IAM.
- 2) Enfermedades pulmonares: neumotórax, embolismo pulmonar, enfermedades restrictivas, enfermedades obstructivas (como el asma, enfisema, bronquiectasias, bronquiolitis obliterante, EPOC).
- 3) Enfermedades hematológicas: anemia, intoxicación por CO₂.
- 4) Enfermedades neuromusculares y traumatológicas: miastenia, cifoescoliosis.
- 5) Miscelánea: problemas metabólicos (acidosis metabólica, hipertiroidismo con metabolismo acelerado), dolor severo, problemas psicógenos (ansiedad, ataques de pánico....)³.

Puede aparecer de forma aguda, subaguda o crónica. En el caso de los niños las causas más frecuentes de aparición de disnea aguda son el asma, la neumonía, la bronquiolitis, el croup, la epiglotitis y la aspiración de cuerpos extraños.

Para investigar la enfermedad subyacente a la aparición de disnea y poder establecer un diagnóstico y la gravedad de la situación clínica del paciente se debe llevar a cabo una historia y exploración física completa, valorar la realización de pruebas de imagen (radiografía de tórax, en determinados casos una tomografía axial computarizada), pruebas funcionales respiratorias (espirometría, prueba de broncodilatación, prueba de ejercicio cardiorrespiratorio) y un estudio cardiológico.

I.1.3. Percepción de disnea y lenguaje.

El término disnea es general e inespecífico y caracteriza más de una sensación. Puede haber distintos tipos de disnea y de descriptores de disnea. Como sucede con el dolor no hay ninguna medida fisiológica de disnea más objetiva que la descripción verbal del sujeto que experimenta la propia sensación.

Dada la gran variedad en la percepción de disnea de cada sujeto, la cuantificación aislada del grado de disnea experimentado puede caracterizar de manera inadecuada su sensación de discomfort respiratorio, por lo que lo más indicado es valorar simultáneamente las medidas objetivas de obstrucción bronquial y el propio lenguaje de la disnea⁴.

La percepción de disnea no se puede explicar por un único mecanismo fisiológico. Esto se pone de manifiesto al agrupar y catalogar los descriptores de disnea referidos por sujetos sanos y por pacientes con diversas enfermedades cardiorrespiratorias⁵. La disnea inducida por distintos estímulos ha sido catalogada con frases/ descriptores diferentes: los síntomas fácilmente discriminables por los sujetos denotarían la implicación de mecanismos fisiopatológicos distintos, mientras que los que no se pudieran distinguir de manera fiable indicarían mecanismos parecidos⁶.

Hay una serie de categorías de disnea que refieren de manera más habitual los pacientes con trastornos respiratorios:

- a) Tirantez torácica: frecuentemente referida por pacientes con asma. Puede deberse a estímulos mediados a través de vías vagales y neurovegetativas.

- b) Trabajo/ esfuerzo respiratorio: caracteriza diferentes situaciones clínicas y diagnósticas. El trabajo/esfuerzo aumenta durante el ejercicio físico independientemente del trastorno específico⁷.
- c) Inspiración insatisfactoria: los pacientes con EPOC presentan una percepción de disnea durante el esfuerzo aumentada por la disparidad entre los impulsos motores respiratorios y la respuesta mecánica del sistema.
- d) Respiración rápida: característica de pacientes con restricción torácica externa o en pacientes con TPI tras el ejercicio. La distensibilidad pulmonar inadecuada determina un aumento de la frecuencia respiratoria.
- e) Falta de aire: la hipercapnia estimula la respiración. La disnea en el curso de la hiperpnea hipercápnica es mayor que la hiperpnea del ejercicio físico⁸.

Las aplicaciones clínicas del conocimiento del lenguaje de la disnea son diversas. La investigación de la cualidad de las sensaciones más que su intensidad ha contribuido a esclarecer cómo, en pacientes asmáticos, la hiperinsuflación que se observa durante el ejercicio físico probablemente contribuye más a la aparición de problemas mecánicos que el aumento de las resistencias al flujo aéreo⁹.

En pacientes asmáticos sometidos a una prueba de provocación con metacolina se ha cuantificado la percepción de disnea (como expresión global e inespecífica de discomfort al respirar), además de otros síntomas como la tirantez torácica, dificultad al respirar, trabajo respiratorio, respiración insatisfactoria, ahogo, incapacidad para coger aire, falta de aire, sibilancias, respiración obstruida y dolor torácico. Al valorar los distintos descriptores que caracterizan al asma bronquial se pone de manifiesto la presencia de múltiples mecanismos fisiopatológicos, además de observarse que los síntomas como

tirantez torácica y dolor torácico son muy fáciles de distinguir mientras que el ahogo y la falta de aire no lo son¹⁰.

Laveneziana y cols comparan los descriptores seleccionados por pacientes asmáticos sometidos a una prueba de provocación con metacolina y a un test de esfuerzo. Durante la provocación con metacolina el 68% de los pacientes refirieron tener tirantez torácica, sin embargo durante el test de esfuerzo el 72% de los pacientes refirieron tener sensación de esfuerzo inspiratorio, el 18% tirantez torácica, el 10% esfuerzo espiratorio y el 10% falta de aire¹¹.

El gran problema del lenguaje de la disnea está en que no todos los individuos interpretan de igual modo los mismos descriptores. Influyen muchos factores como las diferencias del idioma, raza, cultura... En el caso de los niños todavía hay más variabilidad dependiendo de los conocimientos que hayan adquirido, el grado de madurez, la expresión verbal que tengan y la fluidez al hablar.

I.2. Asma y asma inducida por ejercicio.

I.2.1. Asma en la infancia.

El asma es la enfermedad crónica más frecuente en la infancia. Es un proceso inflamatorio crónico de la vía respiratoria en el que intervienen una serie de células (principalmente eosinófilos, mastocitos y linfocitos T) que favorecen una hiperreactividad de la vía aérea, con aparición de obstrucción del flujo aéreo que conduce a episodios recurrentes de sibilancias, tos, disnea y opresión torácica. Estos episodios con mayor o menor grado de obstrucción son a menudo reversibles de forma espontánea o tras tratamiento¹².

La *prevalencia* activa de asma en población infantil es del 9% en niños de 13-14 años y del 10% en niños de 6-7 años¹³.

En cuanto al sexo, hay que señalar que varios estudios han confirmado que los varones tienen un riesgo superior de padecer asma antes de los 14 años (debido a una combinación de factores como un menor calibre de la vía aérea periférica en varones prepuberales y una mayor prevalencia de atopia) y las mujeres en la edad adulta (por la influencia hormonal en la inflamación de la vía aérea, la función del músculo liso de la vía aérea y la integridad vascular). A pesar de ello parece que el sexo no afecta al curso y evolución de la enfermedad¹⁴.

En un estudio multicéntrico colaborativo sobre la prevalencia de asma en niños se encontró que el 61,5 % de los niños diagnosticados de asma fueron varones¹⁵.

La relación entre la *obesidad* y el asma no está suficientemente aclarada. En las últimas dos décadas se ha presentado un aumento en la prevalencia del asma y la obesidad tanto en niños como en adultos.

Aunque estudios longitudinales epidemiológicos sugieren que puede haber una asociación entre el asma y la obesidad, el impacto total de la obesidad en la incidencia y prevalencia del asma parece ser muy modesto y estar influido por factores como la edad y el sexo. Para comprobar claramente hasta qué punto los distintos fenotipos de inflamación y fisiología pulmonar son influidos por la obesidad y determinar los factores de confusión que influyen se precisan cohortes muy amplias, con una correcta caracterización de los distintos fenotipos de asma y grupos control con y sin asma / obesidad¹⁶.

Además de la necesidad de estudios con muestras grandes, determinar exactamente qué factor tiene mayor impacto en la etiología del asma, la obesidad o la vida inactiva es complicado, sobre todo por la dificultad en la monitorización de la actividad física.

Sobre este tema surgen muchas interrogantes: ¿Es la disnea asociada al asma la que condiciona una menor actividad física, aumento de la exposición a alérgenos domésticos y la aparición de obesidad? ¿precede la obesidad al asma y crea un micro-ambiente inflamatorio que favorece el desarrollo posterior de asma? ¿es la disminución de la actividad física la que provoca el desarrollo de asma a través de mecanismos moleculares independientes de la obesidad?¹⁷

Los pacientes adultos con sobrepeso frecuentemente presentan disnea al realizar ejercicio con aumento en el esfuerzo para respirar y reducción de la capacidad pulmonar.

En los niños, la prevalencia de obesidad ha aumentado considerablemente en la última década, condicionando el nivel de actividad física y el cambio de hábitos de vida. Los efectos del sobrepeso en la función respiratoria en ellos no son claros, existen muchas dudas respecto a ello y los resultados publicados son contradictorios.

Un estudio reciente muestra una asociación entre el sobrepeso y un mayor riesgo de asma en niños de edad escolar. Al evaluar los nuevos casos de asma, junto con la altura, el peso, la función pulmonar y los factores de riesgo de asma, entre 1993 y 1998, en un grupo de 3.792 niños, se registraron 288 nuevos casos de asma. Los resultados indicaron que los niños con sobrepeso y obesidad se enfrentaban a un riesgo incrementado de la enfermedad de un 52% y un 60% respectivamente¹⁸.

Al determinar la relación entre el Índice de masa corporal (IMC) y las manifestaciones de asma y atopia en 457 niños de 12 años se ha confirmado la relación entre el IMC y la presencia de sibilancias y asma¹⁹.

En relación con la hiperreactividad bronquial, aunque estudios previos detectaban un mayor número de niños obesos con hiperrespuesta bronquial en

comparación con niños no obesos, estudios recientes tanto en niños como en adolescentes no han encontrado asociación entre el IMC y la hiperrespuesta bronquial¹⁷.

El asma en el niño es una enfermedad de *evolución* variable. En el estudio Tucson, en una cohorte de niños seguidos desde el nacimiento hasta los 6 años de edad clasificándolos en distintos grupos según los episodios de sibilancias que hubiesen tenido durante los primeros años de vida, un 34% presentó sibilancias durante los tres primeros años de vida aunque sólo un 14% siguió padeciéndolas a los 6 años. La mayoría de los niños no presentaron mayor riesgo de desarrollar asma o alergia en etapas posteriores de su vida, sino que presentaban sibilancias transitorias con disminución de la función pulmonar al nacimiento²⁰.

La fisiopatología del asma aún no es totalmente comprendida, sin embargo en las diferentes cohortes se han caracterizado distintos *fenotipos clínicos*:

1. *Asma transitoria o sibilancias tempranas transitorias*: 40-50% de los casos de asma. Se inicia antes de los 3 años y tiende a desaparecer entre los 6 y 8 años. No es atópica ni hay alteraciones analíticas de alergia. Existe una función pulmonar disminuida desde el nacimiento que se normaliza a los 11 años. Estos niños nacen con unas vías respiratorias más pequeñas que la población general. El tabaquismo materno durante el embarazo es el principal factor de riesgo. Con el crecimiento se atenúan las diferencias y a los 6 años dejan de tener sibilancias.
2. *Asma persistente precoz*: supone un 28-30% de los casos. Se inicia antes de los 3 años y persiste más allá de los 6-8 años. Presentan función pulmonar normal al año y disminuida a los 6 años. Hay 2 subfenotipos:

- a. *No atópico*: La primera crisis suele ser antes del año se relaciona con una bronquiolitis por virus sincitial respiratorio. La IgE total es normal y las pruebas cutáneas negativas. Suele desaparecer a los 13 años, no hay diferencias según el sexo. El aumento de la hiperrespuesta bronquial que aparece se va reduciendo a lo largo de los años
 - b. *Atópico*: Los desencadenantes iniciales en edades tempranas pueden ser virales y, con posterioridad, por exposición a alergenitos. Presentan IgE total elevada y/o pruebas cutáneas positivas, (con estigmas y antecedentes familiares alérgicos). Suele persistir a los 13 años, hay predominio en varones y tienen una hiperrespuesta bronquial positiva.
3. *Asma tardía*: 20-30% de los casos. Se inicia entre los 3 y 6 años Frecuentemente atópica. Presenta un claro predominio en varones. Hay una función pulmonar normal a los 6 años que se deteriora posteriormente. Es el asma persistente atópica de comienzo tardío²¹.

Por ahora no se dispone de indicadores con valor predictivo suficientemente alto como para identificar, de manera clínicamente útil, a los niños que padecerán sibilancias persistentes y asma a lo largo de su vida²². Los motivos que determinan la persistencia de los síntomas no están bien establecidos pero posiblemente influyen: la atopia y antecedentes familiares de atopia, la exposición pasiva al tabaco, la presencia tardía de los primeros síntomas, bronquiolitis por virus respiratorio sincitial (VRS) en los primeros meses de vida, la prematuridad, la gravedad y la frecuencia de los episodios y la reducción persistente de la función pulmonar en la infancia.

Mientras que en los niños con sibilancias precoces transitorias, las infecciones suelen ser el factor dominante, en aquellos con sibilancias persistentes la historia personal o familiar de atopia constituye uno de los

factores patogénicos más relevantes y es considerado el principal factor de riesgo de expresión y de persistencia del asma.

A la influencia individual de la expresión *atópica* en el desarrollo posterior de asma por tanto, hay que sumar un claro aumento de riesgo de persistencia de asma que puede atribuirse a la *historia familiar de atopia*.

La exposición al *tabaco* tiene una gran influencia en la función respiratoria del niño. Además de comprobarse una clara relación entre la exposición al tabaco durante el embarazo y la presencia de sibilancias transitorias precoces, se ha encontrado que los niños expuestos al tabaco presentan una menor función pulmonar que niños no expuestos.

El *diagnóstico* de asma se realiza a través de los síntomas referidos por el paciente y sus familiares y la historia clínica. El estudio de la función respiratoria proporciona datos sobre la severidad, reversibilidad y variabilidad de la obstrucción del flujo en la vía aérea y ayuda a confirmar el diagnóstico en niños mayores de 5 años²³.

Los trastornos funcionales característicos del asma son la obstrucción variable de las vías aéreas y la hiperrespuesta bronquial (HRB):

1. La obstrucción bronquial se produce por la constricción del músculo liso bronquial, edema y exceso de secreción mucosa. Se caracteriza por ser reversible, con disminución del FEV₁, FEV₁/FVC y los flujos mesoespiratorios. Característicamente esta obstrucción revierte a los 10-15 minutos tras la inhalación de un broncodilatador (agonista betaadrenérgico).
2. La hiperrespuesta bronquial es el resultado de la inestabilidad del tono muscular de la vía aérea. Los bronquios se estrechan con facilidad y de

manera exagerada con concentraciones variables de estímulos físicos, químicos y biológicos.

La clasificación del asma en el niño según los diferentes *niveles de gravedad clínica* tiene el objetivo de orientar el tratamiento inicial, aunque posteriormente será la evolución clínica y la consecución de los objetivos de control los que marquen las modificaciones del tratamiento.

Esta clasificación según la gravedad²¹ se expone en la siguiente tabla:

	Exacerbaciones	Síntomas con el ejercicio/ Inter crisis	Función Pulmonar
ASMA EPISÓDICA OCASIONAL	-Episodios de pocas horas o días de duración, menos de 1 cada 10-12 semanas -Máximo 4-5 crisis anuales	-Buena tolerancia al ejercicio. -Asintomático en la inter crisis	- FEV ₁ 80% - Variabilidad PEF <20% - Normal en la inter crisis
ASMA EPISÓDICA FRECUENTE	-Episodios menos de 1 cada 5-6 semanas -Máximo 6-8 crisis anuales	-Sibilancias a esfuerzos intensos -Asintomático en la inter crisis	- FEV ₁ 80% - Variabilidad PEF <20% - Normal en la inter crisis
ASMA PERSISTENTE MODERADA	-Episodios más de 1 cada 4-5 semanas -Máximo 6-8 crisis anuales	-Sibilancias a esfuerzos moderados -Síntomas leves en las inter crisis -Síntomas nocturnos ≤ 2 por semana	- FEV ₁ >70% del predicho - Variabilidad PEF entre el 20-30%
ASMA PERSISTENTE GRAVE	-Episodios frecuentes	-Sibilancias a esfuerzos mínimos -Síntomas en las inter crisis -Síntomas nocturnos más de 2 por semana - Requerimiento de β_2 agonista > 3 por semana	- FEV ₁ <70% del valor predicho -Variabilidad PEF >30%

Tabla 1: Clasificación del asma según su gravedad.

Tradicionalmente la clasificación de los síntomas, la limitación al flujo aéreo y la variabilidad en la función pulmonar han permitido la clasificación del asma según el grado de severidad. Los últimos protocolos consideran simultáneamente la severidad de la enfermedad subyacente y la respuesta al tratamiento clasificándose el asma como: controlada/ parcialmente controlada/ poco controlada.

En términos generales, el control del asma se evalúa con los siguientes estándares:

- 1) Síntomas diurnos y nocturnos mínimos.
- 2) Necesidad de medicación de rescate mínima.
- 3) Mínimas exacerbaciones.
- 4) Ausencia de visitas a urgencias.
- 5) Mínimos efectos adversos farmacológicos.
- 6) Ausencia de crisis y limitaciones en la actividad física.
- 7) Función pulmonar normal (FEV_1 y/o FEM > 80% del teórico o del mejor valor y variabilidad del flujo espiratorio máximo menor al 20 %).

El objetivo del *tratamiento* farmacológico es conseguir el control de los síntomas (diurnos, nocturnos y el asma inducida por el ejercicio) además de prevenir las crisis y mantener la mejor función pulmonar posible con mínimos efectos adversos²⁴.

Los fármacos antiasmáticos se dividen en dos grupos fundamentales: broncodilatadores (utilizados habitualmente como tratamiento de rescate) y antiinflamatorios (tratamiento de mantenimiento). Los fármacos fundamentales en el control del asma son los corticoides inhalados.

El tratamiento del asma es escalonado. Se debe iniciar en el escalón que se considera más apropiado para cada paciente. El objetivo es alcanzar un

control rápido y mantener el control subiendo de escalón si es necesario y bajando cuando el control es adecuado. Antes de cambiar el tratamiento se debe analizar el cumplimiento del tratamiento instaurado, la técnica de inhalación y los factores desencadenantes. La clasificación del asma en el niño permite orientar el tratamiento a elegir en un primer momento, aunque será la evolución clínica y la obtención de los objetivos de control los que indicarán las modificaciones del tratamiento²¹.

I.2.2. Asma inducida por ejercicio.

La hiperrespuesta bronquial (HRB) se *define* como la aparición de un incremento anormal de la limitación al flujo aéreo tras la exposición a un estímulo: físico, químico o inmunológico²⁵.

El estímulo físico más utilizado en niños para demostrar la presencia de una hiperrespuesta bronquial es el ejercicio, la realización de una prueba de esfuerzo²⁶.

La actividad física puede producir una obstrucción transitoria del flujo en la vía aérea. Cuando esto sucede tras un test de esfuerzo estandarizado se define como broncospasmo inducido por el ejercicio (BIE), término que hay que diferenciar del de asma inducida por ejercicio (AIE) que implica, además de la obstrucción bronquial debida al esfuerzo físico, la presencia de sintomatología asmática²⁷.

Habitualmente el ejercicio es el primer desencadenante de un episodio de asma en la mayoría de los sujetos²⁸. Hasta un 70-80% de pacientes con asma presentan broncospasmo con el ejercicio²⁹. En niños y adolescentes se cree que esta cifra es incluso mayor que en adultos por su elevado nivel de actividad física y el patrón de realización de ejercicio (de manera muy intensa, en breves periodos de tiempo).

La *prevalencia* publicada de AIE en niños presenta un rango muy amplio debido a la diferencia en la estandarización de los estudios, el tipo de test de ejercicio seleccionado, los criterios de positividad y la población seleccionada.

En estudios realizados en España la prevalencia de hiperrespuesta bronquial en niños, de edades entre 6 y 15 años, oscila entre el 6,6%, 23% y 42,2%³⁰. Aunque puede llegar hasta el 45% en niños con asma moderada- leve

considerándose una reducción del FEV₁ del 15% como criterio de positividad³¹, e incluso cifras mayores en caso de niños que practican deporte a nivel de competición, sobre todo deportes de invierno.

Se ha comprobado también la influencia de la raza en la prevalencia de AIE: niños de raza asiática presentaron hasta 3,6 veces más riesgo de presentar AIE que niños de raza caucásica³².

Los síntomas que suelen aparecer son falta de aire, disnea, tos, sibilancias, opresión torácica ó dificultad para respirar³³.

Al estudiar la *cronología*, el momento de aparición de la obstrucción bronquial, ésta suele suceder unos 2-3 minutos tras la finalización del ejercicio con un pico máximo de broncoconstricción (con aparición de tos, disnea, etc...) a los 6 – 12 minutos. La recuperación frecuentemente es espontánea en unos minutos (horas en caso de presencia de un asma de esfuerzo con un grado severo). **Figura 2.**

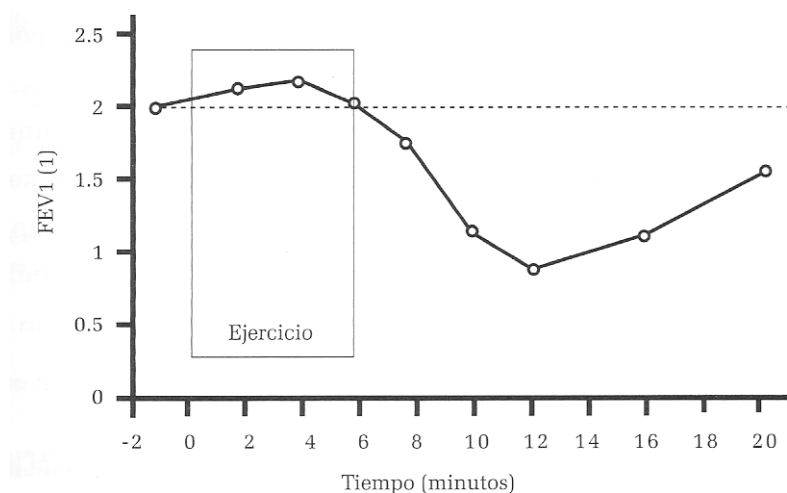


Figura 2. Cronología de la respuesta al ejercicio en pacientes asmáticos.

En un pequeño porcentaje de pacientes puede aparecer una fase de respuesta tardía, debida a la liberación de mediadores proinflamatorios. Esta respuesta aparece 2 - 6 horas tras el ejercicio y es imprevisible y más leve.

Es habitual que, tras un episodio de broncospasmo inducido por ejercicio, a los 40 minutos – 3 horas del episodio, aparezca un periodo refractario, con una menor respuesta a la exposición al ejercicio y otros estímulos (alergenos, metacolina), probablemente debido a la liberación de prostaglandinas. Las implicaciones terapéuticas son claras, así se recomienda favorecer, antes del ejercicio, las condiciones que facilitan un buen periodo refractario: un calentamiento intenso en un ambiente cálido y húmedo, de 10 minutos de duración, realizado unos 30 minutos antes de iniciar el esfuerzo.

I.2.2.1. Fisiopatología.

Durante el ejercicio se precisa la intervención y coordinación de diferentes sistemas del organismo. Se establece así una conexión entre los procesos fisiológicos activados y la percepción de sensaciones.

La realización de cualquier tipo de ejercicio supone la aparición de una determinada sensación de esfuerzo. El estímulo que provoca esta sensación de esfuerzo se origina en la corteza motora central y es dependiente del número de unidades motoras activadas. La orden motora que dirige los músculos inspiratorios durante el ejercicio se origina en las neuronas respiratorias medulares³⁴. La sensación de esfuerzo se percibe en la corteza sensorial de manera similar a la sensación de dificultad para respirar (lo que sugiere la presencia de vías similares). **Figura 3.**

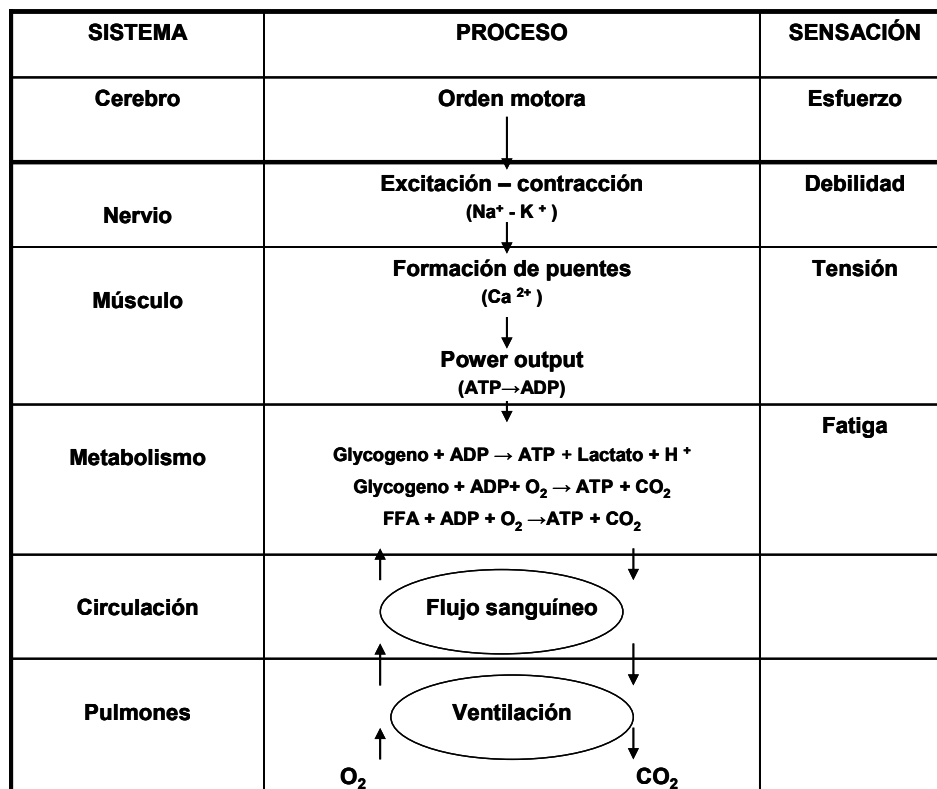


Figura 3. Relación entre los sistemas fisiológicos y los procesos activados durante el ejercicio y los orígenes de las sensaciones percibidas.

ADP adenosín difosfato; ATP adenosín trifosfato; FFA ácidos grasos libres

Durante el ejercicio, tanto en pacientes sanos como con asma, hay una adaptación respiratoria. Según aumenta la intensidad del esfuerzo muscular hay un elevación progresiva del volumen espiratorio y del consumo de O_2 , por lo que aumenta también la frecuencia y la profundidad de las respiraciones.

Existen una serie de mecanismos que regulan la adaptación al ejercicio:

- La disminución del tono vagal y el aumento del tono simpático, con la consiguiente mejora en la movilización del aire en la pequeña vía aérea.
- El descenso de la acción parasimpático, favoreciéndose la relajación de la musculatura peribronquial y la disminución en la producción de moco.
- El inicio de la liberación de NO en las terminaciones nerviosas NANC, con la consiguiente aparición de mediadores químicos locales.

La diferencia de temperatura y humedad del aire inspirado provocan una pérdida de agua y calor en la vía aérea que puede alterar el líquido periciliar y determinar cambios en la osmolaridad; por ello estos dos factores influyen de manera importante en la adaptación al ejercicio.

Durante el ejercicio de corta duración hay un aporte suficiente de fluido para mantener la hidratación y osmolaridad, sin embargo si el ejercicio es intenso, se precisaría una respiración bucal para mantener el volumen espiratorio apareciendo cambios similares a una respuesta inflamatoria (disminución en la cantidad de agua de la submucosa, denudación del epitelio, degranulación de los mastocitos, reclutamiento eosinofílico) con cambios en la pequeña vía aérea y una broncoconstricción progresiva.

Todos estos cambios se ven amplificados en los pacientes con asma: la infiltración por células inflamatorias y el engrosamiento de la membrana basal provoca un enlentecimiento en la capacidad de regeneración del líquido periciliar y una oclusión parcial por acumulación de restos celulares y moco. Además hay un acortamiento de los músculos peribronquiales y un menor grado de contracción muscular que favorece aún más la oclusión.

Aunque estos cambios en el paciente asmático no provocan complicaciones si el ejercicio es de baja intensidad, durante el ejercicio intenso con los efectos del ejercicio, la respiración bucal, el aumento de la resistencia en la vía aérea, un medio ambiente con aire seco y frío, se favorecerá una mayor deshidratación de las vías de pequeño calibre y un aumento de la osmolaridad³⁵.

Todos los cambios explicados facilitarían la aparición de una hiperrespuesta bronquial durante el ejercicio en pacientes con asma. Las hipótesis que se manejan actualmente tienen como eje central la presencia de una escasa humedad del aire y la pérdida de calor en la vía aérea, aunque

existe controversia sobre si la obstrucción al flujo aéreo se debe a un motivo o a otro.

Existen tres hipótesis para explicar la obstrucción del flujo aéreo durante el ejercicio, que recientemente tienden a fusionarse en dos:

a) La teoría osmolar: el aumento de la osmolaridad debido a la pérdida de agua por la hiperventilación afectaría a la estabilidad de la membrana celular en la luz bronquial y estimularía la liberación de mediadores por parte de las células inflamatorias con la consiguiente aparición de broncoconstricción y edema de la vía aérea.

b) La teoría térmica/ capilar: el enfriamiento de la vía aérea estimularía la broncoconstricción y el recalentamiento posterior conforme fuera disminuyendo la ventilación, provocaría además una hiperemia reactiva de la microvasculatura bronquial y un edema de la vía aérea³⁶.

La hiperrespuesta bronquial, tan frecuente en pacientes asmáticos, puede verse favorecida por diferentes mecanismos (la disminución del calibre de la vía aérea, daño epitelial, alteraciones del músculo liso y alteraciones del sistema nervioso autónomo) y, a pesar de las teorías previas, es considerada un fenómeno dependiente de muchos factores (contaminación, exposición a alérgenos, infecciones previas...). **Figura 4.**

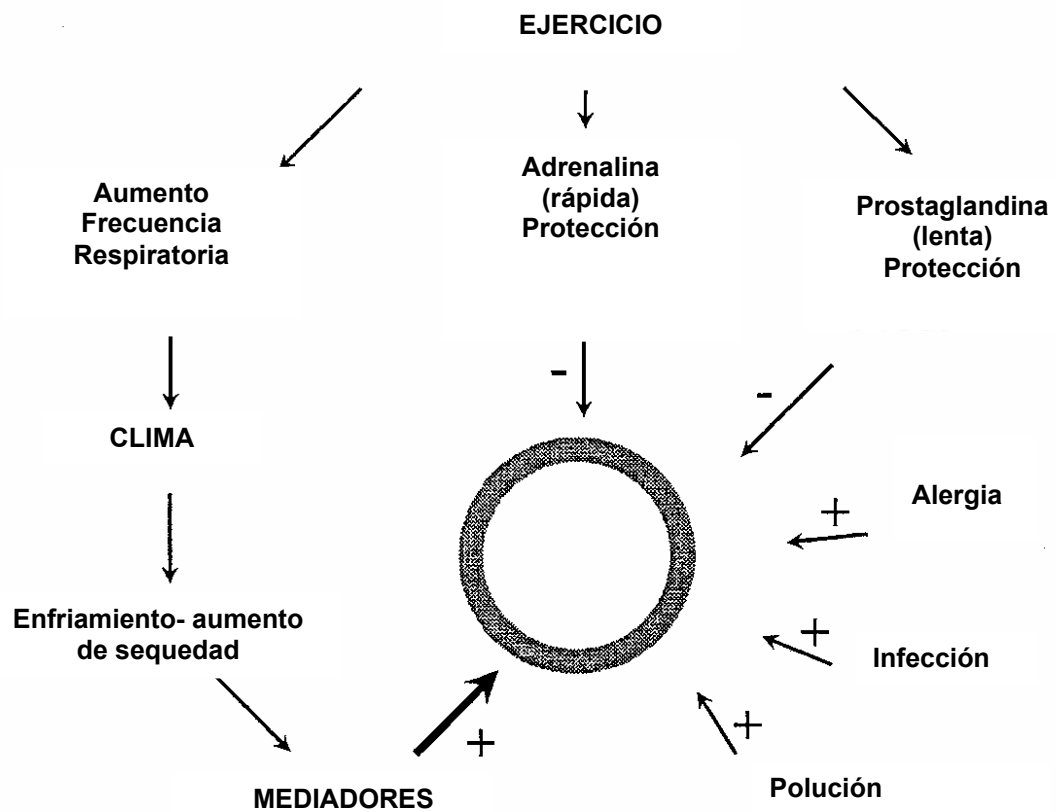


Figura 4. Patofisiología del asma inducida por el ejercicio.

Por lo tanto actualmente no hay ninguna teoría confirmada y es posible que la etiología del AIE no sea igual en todos los asmáticos ni en todas las condiciones de ejercicio.

I.2.2.2. Diagnóstico.

Ante la sospecha de la presencia de AIE hay que tener en cuenta los siguientes diagnósticos diferenciales:

- Disfunción de cuerdas vocales
- Obstrucción de la vía aérea central
- Enfermedades cardíacas
- Hiperventilación inducida por ejercicio
- Enfermedades pulmonares obstructivas o restrictivas de otro tipo
- Alteraciones musculares.

La medición de la hiperrespuesta bronquial se efectúa mediante diversos métodos cuya elección depende de la sospecha etiológica, clínica dominante y objetivos del estudio. Todas las pruebas se basan en una exposición del sujeto a dosis crecientes de un estímulo broncoconstrictor, obteniéndose en la mayoría de los casos una curva dosis-respuesta³⁷.

El método óptimo de diagnóstico del AIE es la realización de un test de ejercicio estandarizado y la medida de la función pulmonar antes y después del ejercicio.

Una manera de estandarizar este ejercicio es someter al paciente a una prueba de esfuerzo con un tapiz o cinta rodante. El objetivo es conseguir una carga suficiente para un diagnóstico correcto. Uno de los parámetros más sencillo para comprobar que efectivamente el esfuerzo es suficiente, es confirmar que la frecuencia cardíaca se eleva hasta conseguir un 85-95% de la teórica frecuencia cardíaca máxima (FCM). Esta FCM se calcula restando la edad en años del niño a 220.

$FCM = 220 - \text{edad (años)}$

La provocación de una hiperrespuesta bronquial en niños es más fácil mediante la carrera que mediante el uso de la bicicleta³⁸. Con el tapiz rodante se puede controlar la inclinación y la velocidad de la cinta para ir aumentando el esfuerzo y la frecuencia cardíaca. Las ventajas del uso del tapiz rodante son la facilidad de realización y estandarización³⁹, la calibración sencilla y el mayor consumo de oxígeno máximo; como desventajas se citan su elevado coste y la imposibilidad de hacer una medición directa del trabajo realizado⁴⁰.

Aunque la prueba de esfuerzo en tapiz rodante no permite una medición directa del trabajo, determina mejor que otras técnicas el rendimiento del sujeto, ya que se usan grandes grupos musculares y favorece un alto consumo de O₂ máximo. Se ha demostrado que es más específico para el diagnóstico de asma, identifica con mayor sensibilidad a los niños que presentan BIE y reproduce las circunstancias reales de un episodio agudo de broncoconstricción⁴¹.

Existen diferentes protocolos según la duración de las etapas del ejercicio y las variaciones en la velocidad y pendiente. Las pruebas de ejercicio de tipo incremental (con aumento progresivo de cargas) son las más adecuadas para evaluar la magnitud y características de la respuesta de determinadas variables durante el ejercicio y para analizar los valores máximos alcanzados. El aumento de la carga puede ser continuo (prueba de rampa) o bien en forma de escalones fijos cada cierto periodo de tiempo (prueba escalonada)²⁹.

Los protocolos más utilizados son el de Bruce, que comienza a 3 km/h y 0,5-10% de inclinación, incrementando cada 3 minutos un 1,5 km/h la velocidad y un 2% la pendiente o el de Balke, donde se mantiene una velocidad constante de 8,4 km/h y cada minuto se eleva un 1% la pendiente. **Figura 5.**

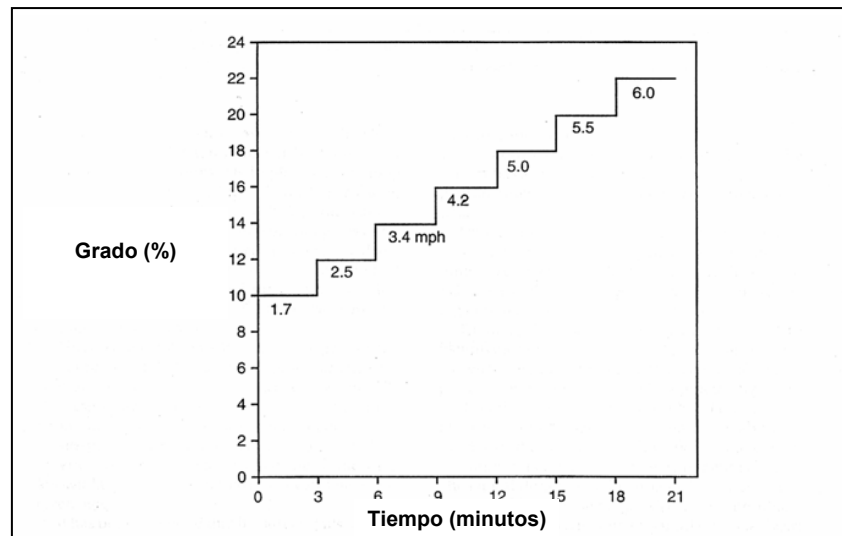


Figura 5. Protocolo de Bruce. Prueba de esfuerzo en tapiz rodante de tipo incremental.

En niños lo habitual es iniciar la prueba con una velocidad suave que permita al niño adaptarse a la cinta. Se aumenta después la velocidad rápidamente, hasta un nivel en que el niño se encuentre cómodo con la carrera. A partir de este momento se va aumentando la inclinación para obtener, en menos de 2 minutos, una FC adecuada. El objetivo es mantener este esfuerzo diana durante al menos 4 minutos y después parar el ejercicio rápidamente^{42;43}.

Los criterios para confirmar la consecución de un esfuerzo máximo son:

- 1) Un adecuado consumo de oxígeno máximo.
- 2) Un cociente de intercambio respiratorio máximo.
- 3) La obtención de una FC máxima adecuada (hasta un 95% de la máxima FC teórica calculada para la edad).

Tras acabar la carrera se realizan espirometrías forzadas seriadas. Para poder estudiar claramente la cronología de la aparición de la obstrucción se suelen hacer a los 3, 5, 10, 15, 20 y 30 minutos tras haber finalizado el ejercicio⁴⁴.

El parámetro ideal para analizar la obstrucción bronquial obtenida sería aquel que fuera a la vez sensible y reproducible, su elección depende de los objetivos de la prueba de esfuerzo y las técnicas disponibles.

Como medida de la respuesta, habitualmente se utiliza el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁), ya que es una medida muy reproducible, con un coeficiente de variación bajo (0-8%), de fácil realización y con elevada especificidad.

En concreto se calcula la máxima caída del FEV₁ (el cambio porcentual respecto al valor basal del FEV₁) por su elevada especificidad y reproducibilidad.

Las recomendaciones anteriores consideraban un test positivo con una caída del FEV₁ del 15% respecto a la situación basal; tras una revisión de la reproducibilidad de la prueba, los últimos protocolos tienden a considerar positiva una caída del 10%⁴².

Godfrey y cols han propuesto considerar, en pruebas de esfuerzo en niños y adolescentes, como punto de corte de positividad, una máxima caída del FEV₁ del 13%. Realizaron una revisión de los artículos publicados, para determinar el punto de corte óptimo que diferenciaría un asmático de un sujeto normal respecto a su hiperrespuesta bronquial (tras exposición a una prueba de esfuerzo, inhalación de metacolina e inhalación de histamina). Se estudió a 232 sujetos de edades comprendidas entre 5 y 25 años. Este punto de corte, 13%, fue el que presentó una mejor sensibilidad y especificidad, 62,8% y 94,2% respectivamente⁴⁵.

I.3. Disnea asociada al asma y el ejercicio.

I.3.1. Mecanismos etiopatogénicos de la disnea.

La realización de ejercicio estimula la aparición de respuestas tanto fisiológicas como perceptuales. Durante el ejercicio, la orden para que se inicie la contracción muscular se genera en la corteza motora cerebral. Después, aparece la activación de las motoneuronas, depolarización de las terminaciones nerviosas motoras, propagación de los potenciales de acción muscular, liberación del calcio, formación de puentes y acortamiento miofibrilar.

La magnitud de esta orden motora central aumenta en paralelo a la potencia requerida, también aumenta si la respuesta de la motoneurona o los músculos decrece. Todo ello gracias a una serie de receptores que facilitan un feed-back de la información. **Figura 6.**

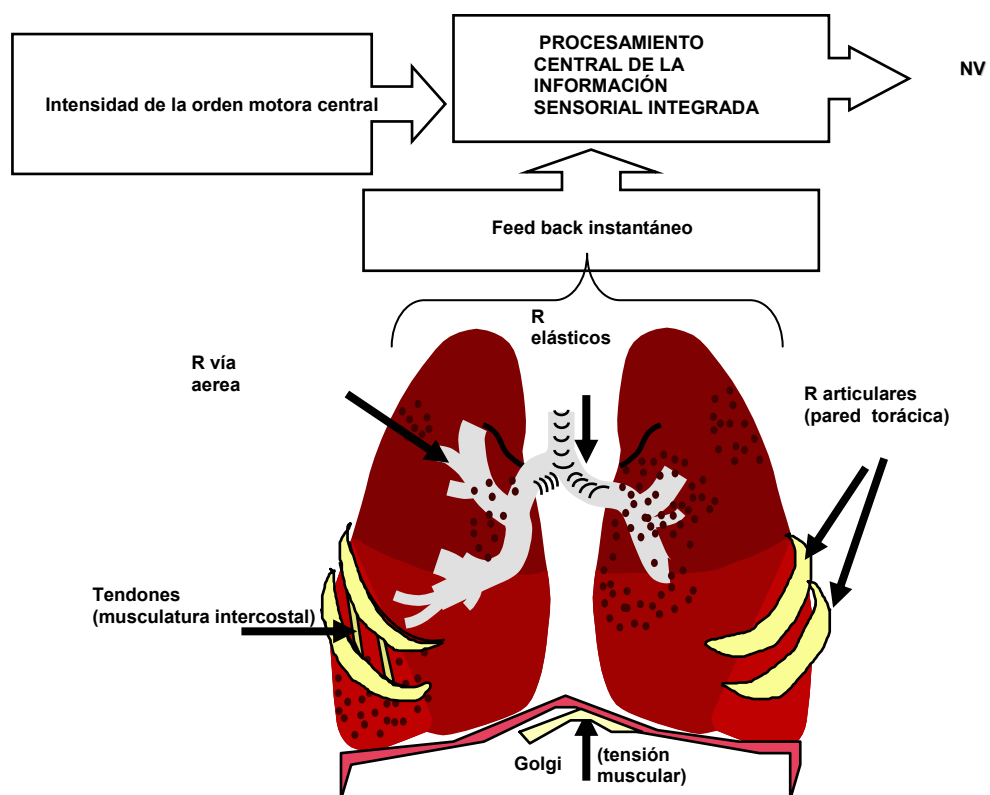


Figura 6. Receptores periféricos activados durante el ejercicio.

La disminución de la respuesta puede deberse a factores tanto centrales como periféricos (aparición de fatiga). En caso de sujetos sanos esa reducción aparecerá con un esfuerzo máximo, sin embargo en personas con problemas cardiovasculares o de la función respiratoria aparecerá con valores menores.

En estos casos para mantener el nivel de ejercicio aumenta la orden motora central y aparece la sensación de esfuerzo, llegando incluso a intensidades no soportables. La percepción de este esfuerzo es uno de los factores más importantes que limitan el ejercicio³⁴.

Para valorar y entender los factores que provocan la aparición de intolerancia al ejercicio y la sensación de disnea, hay que hacer una aproximación integral, considerando la aparición de los siguientes condicionantes como posible causa de un exceso de síntomas y una menor capacidad de trabajo:

- Alteraciones en la ventilación.
- Alteraciones del intercambio gaseoso.
- Alteraciones circulatorias.
- Debilidad muscular.

Los pacientes con enfermedades respiratorias suelen referir como causa más frecuente de limitación del ejercicio la disnea o el “disconfort de piernas”. Se ha demostrado que, durante el ejercicio, la intensidad de la disnea aumenta progresivamente con el aumento de la ventilación⁴⁶.

Los mecanismos por los que aparece la disnea durante el ejercicio son muy diversos⁴⁷ y no del todo conocidos.

Cuando hay un fallo en la difusión, un aumento del espacio muerto alveolar o una disminución de la función ventilatoria, (sobre todo en determinados momentos de sobrecarga) se provoca una alteración en el intercambio gaseoso con variación en los valores gasométricos del sujeto.

Estos cambios son detectados a través de los receptores periféricos y centrales. Se establece un feedback que modula la intensidad del estímulo ventilatorio, apareciendo entonces la sensación de esfuerzo (la consciencia del comando motor eferente que controla la respuesta de los músculos respiratorios y la aparición de sensación de disnea). La disnea traduciría la percepción del esfuerzo realizado, la presencia de un estímulo consciente de activación voluntaria de los músculos respiratorios⁴⁸. **Figura 7.**

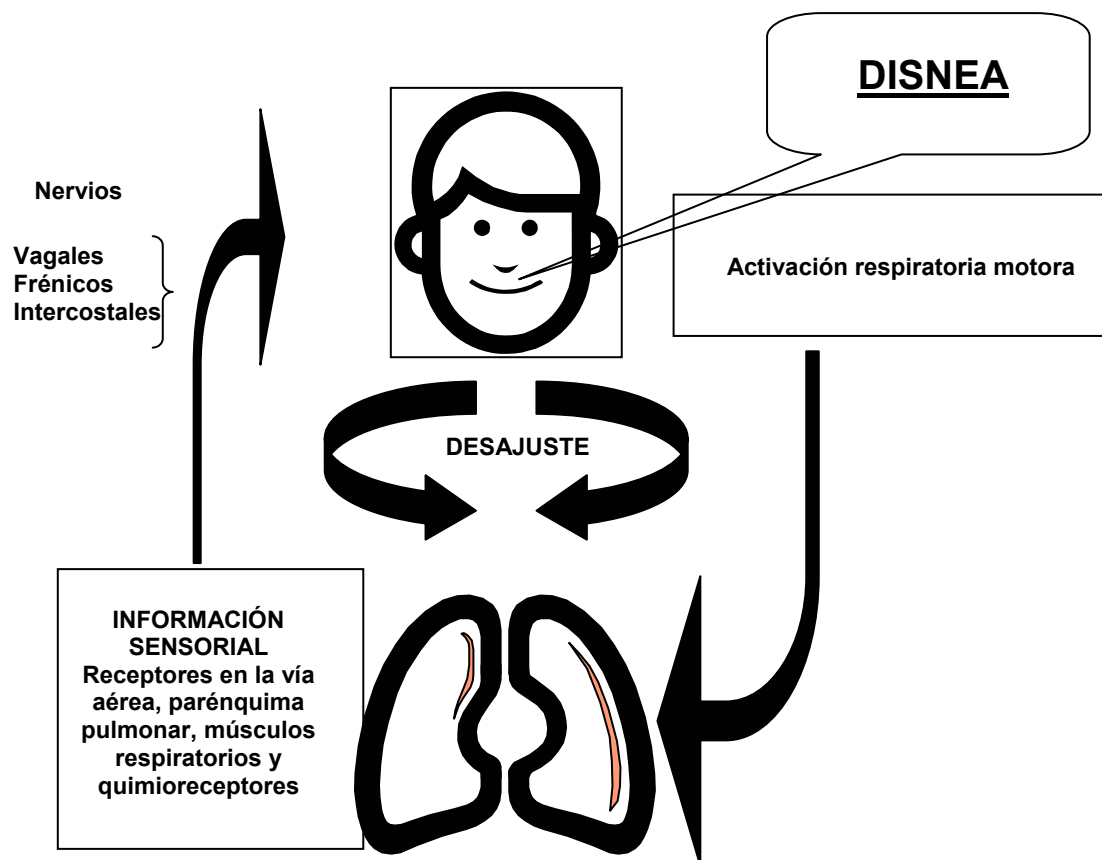


Figura 7. Mecanismos que podrían provocar la aparición de disnea.

En concreto en pacientes asmáticos, en la aparición de disnea, se ha sugerido sobre todo la influencia de factores mecánicos⁴⁹:

1) El estrechamiento de la vía aérea provoca un aumento de las resistencias y de la impedancia ventilatoria, de manera que para conseguir el mismo nivel de ventilación se precisa un esfuerzo respiratorio aumentado con la consiguiente aparición de disnea.

2) Hay un aumento de la carga y la actividad de los músculos ventilatorios asociado a hiperinsuflación pulmonar.

3) Aparece una adaptación temporal al esfuerzo y una hiperrespuesta bronquial aumentada.

El descriptor más utilizado en estos pacientes es el de rigidez/ opresión torácica y la sensación de trabajo o esfuerzo respiratorio.

Además de los factores mecánicos, cada vez hay más datos que demuestran que otros elementos pueden formar parte de la fisiopatología de la disnea. Tras la inhalación de PGE₂ se produce un aumento de la estimulación vagal aferente desde el pulmón, a través de fibras-C, facilitando la aparición de taquipnea, tos y la sensación de disnea.

Diferentes mediadores, como la adenosina, pueden activar los mastocitos pulmonares y provocar la liberación de otros mediadores como la histamina, que estimularían las terminaciones de fibras-C favoreciendo respuestas reflejas como la aparición de broncoconstricción, hipersecreción en la vía aérea y vasodilatación bronquial. De manera simultánea aparecerían cambios en la información sensorial que serían directamente percibidos⁵⁰.

Ello sugiere que la liberación endógena de PGE₂ juega un papel importante en la irritación de la vía aérea y en la sensación disneica asociada con la inflamación de la vía aérea⁵¹, esta inflamación contribuiría a explicar la gran variabilidad de la disnea en pacientes.

Por tanto, durante el ejercicio, se produce un aumento, por parte de interneuronas situadas en el SNC, de la retransmisión de órdenes motoras para los músculos respiratorios. La intensidad de estas órdenes motoras y la influencia de mediadores inflamatorios, combinadas con la contracción de los músculos respiratorios contribuyen a que se llegue a apreciar conscientemente dificultad para respirar, una sensación de esfuerzo inspiratorio, sobre todo cuando se asocia a un aumento de la obstrucción aérea junto con hiperinsuflación¹¹.

Respecto a las zonas cerebrales implicadas en el procesamiento de la sensación de disnea a nivel central, en el control de la musculatura respiratoria, existen aún pocos conocimientos

Peiffer y cols realizaron un estudio para determinar, a través de la Tomografía por Emisión de Positrones (PET), la activación cerebral asociada con la aparición de disnea, estimulada al realizar una respiración cargada. Se produjo un aumento significativo en el flujo regional, con activación en tres zonas cerebrales:

- el vermis cerebrel
- la región anterior derecha de la ínsula
- la zona media pontina

Parece que habría dos redes neurales diferentes⁵²:

- Una red implicada en el procesamiento y la génesis de la percepción de disconfort respiratorio.
- Otra red implicada en la intensidad de la sensación percibida, determinada por otros factores diferentes a los mecanismos que la han generado, como puede ser el procesamiento emocional.

I.3.2. Factores que influyen en la percepción de disnea.

La intensidad de los síntomas percibidos en pacientes con asma puede ser muy diferente entre unos pacientes y otros, debido a la variabilidad individual en los estímulos generados. Poder medir todos los elementos mecánicos, químicos y otros elementos sensoriales potencialmente influyentes que generan discomfort o disnea en estos pacientes no es muy factible¹⁰.

Los siguientes factores se han identificado como posibles condicionantes de la variabilidad en la percepción de disnea:

- la severidad de la obstrucción
- el nivel de hiperinsuflación
- el tiempo de evolución de la enfermedad subyacente
- la edad y el sexo del sujeto
- la aparición de adaptación temporal
- el grado de reactividad de la vía aérea
- la existencia de una baja sensibilidad a la hipoxia
- factores hereditarios
- la presencia de inflamación
- el nivel de ansiedad
- la ingesta de determinados fármacos
- el entrenamiento de la musculatura ventilatoria

Recientemente se ha dado una mayor importancia a la influencia de la forma física y el grado de entrenamiento del sujeto además de a factores psicológicos (presencia de ansiedad, condicionantes sociales, la influencia de las experiencias previas...).

I.3.2.1. Grado de forma física.

Durante un esfuerzo continuado la aparición del cansancio y la fatiga contribuye, tanto en pacientes enfermos como en personas sanas, a la limitación del ejercicio.

Se ha encontrado un paralelismo entre la aparición de la disnea y la fatiga/ el cansancio de piernas, lo que sugiere la influencia de la intensidad del estímulo motor tanto a los músculos periféricos como a los respiratorios⁵³.

Dado que la disnea puede aparecer cuando hay un desbalance entre el estímulo motor respiratorio y el feed-back aferente de los receptores periféricos pulmonares, de la vía aérea y la caja torácica, aquellos factores que modifiquen las propiedades contráctiles de la musculatura respiratoria podrían potencialmente influir en la sensación de esfuerzo respiratorio, la disnea aumentaría con la aparición de debilidad muscular.

Está claramente documentado que el grado de disnea referido por los pacientes está relacionado con la actividad y la fuerza de la musculatura inspiratoria: diversos estudios han demostrado que tras un entrenamiento controlado la disnea mejora y aumenta la tolerancia al ejercicio⁵⁴, se rompe así el ciclo de disminución de la actividad habitual, la pérdida de la forma física y una menor capacidad para la realización de ejercicio⁵⁵. **Figura 8.**

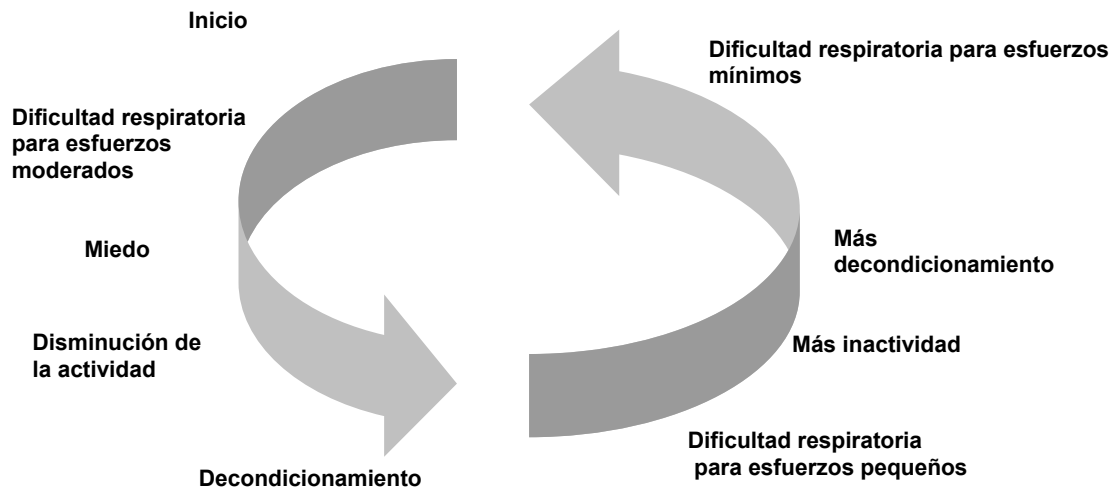


Figura 8. Círculo de la inactividad física.

Actualmente se empieza a poner de relieve la importancia de cuantificar la actividad física diaria y el nivel de forma física en pacientes con patología respiratoria.

La actividad física es la energía total que se consume por el movimiento del cuerpo. Las mejores actividades físicas son las actividades cotidianas, en las que hay que mover el cuerpo: como andar, montar en bicicleta, subir escaleras, hacer las tareas del hogar, ir a la compra. La mayoría de ellas forman parte inherente de nuestra rutina.

La forma física se define como una serie de atributos (como la resistencia, la movilidad y la fuerza) que se requieren para realizar actividades físicas. Es principalmente el resultado que obtenemos según nuestros niveles de actividad física, aunque también son importantes los factores genéticos, gracias a los cuales algunas personas tienen una capacidad natural y un físico adecuado para destacar en algunas actividades.

Se puede cuantificar la intensidad de la actividad física mediante una unidad denominada MET (equivalente metabólico). Un MET es igual al número de calorías que un cuerpo consume mientras está en reposo.

La realización diaria de ejercicio se considera como moderada cuando tiene una duración de unos 30 minutos, es de intensidad también moderada (3-6 METs), la FC se eleva a menos del 55% de la teórica máxima FC para la edad y no provoca la aparición de disnea.

La clasificación de los niveles de actividad se puede hacer en tres niveles:

1. Actividad baja: actividad física regular no planificada; el único tipo de actividad física que se realiza es ocasional, los fines de semana o en semana (como el golf o el tenis recreativo).
2. Actividad moderada: participación en actividades físicas como nadar, trotar o caminar rápido durante 30 a 60 minutos cada vez.
3. Actividad intensa: participación en una actividad física vigorosa durante 60 minutos o más, por lo menos 4 ó 5 veces por semana.

La información sobre la actividad diaria o semanal puede ser recogida de datos referidos directamente por el paciente, mediante cuestionarios.

I.3.2.2. Personalidad, carácter, emociones.

Además de los factores fisiológicos no hay que olvidar otros factores que pueden influir en la percepción de la disnea como son los factores psicológicos, emocionales y cognitivos, medioambientales, sociales y culturales.

Así se interrelaciona el concepto de sensación respiratoria (activación neuronal desencadenada por la estimulación de un receptor periférico) y

percepción (la reacción de cada individuo a la sensación) con la aparición de diferentes respuestas, tanto fisiológicas como conductuales.

La sensación de disnea es percibida en el córtex cerebral, esta sensación de características multidimensionales puede ser influenciada por las funciones cognitivas relacionadas con experiencias previas. Por ello que hay que tener en cuenta diversos factores psicológicos, psíquicos y afectivos a la hora de su valoración: como el estado de ansiedad, los rasgos ansiosos y de personalidad del sujeto, la tendencia a ideas catastróficas durante un ataque de asma...

Chetta y cols comprobaron la influencia de los diferentes rasgos de personalidad en la percepción de disnea, en pacientes con asma de distinta gravedad⁵⁶. En niños hay diversos estudios donde se ha encontrado una asociación entre los síntomas de asma y factores psicológicos que condicionan la aparición de problemas en el comportamiento del niño y de la función y estructura familiar^{57;58}.

Las emociones también juegan un papel importante en la percepción de disnea: von Leupold y cols. demostraron que emociones positivas, inducidas visualizando extractos de películas de 3 minutos de duración, disminuían la disnea en niños con asma leve, independientemente del nivel de carga respiratoria⁵⁹. También se ha visto una mejoría en la disnea y ansiedad si el paciente es distraído durante el ejercicio, como por ejemplo, escuchando música.

En el estudio de la percepción de disnea es, por tanto, importante valorar los rasgos de personalidad del paciente, para determinar si hay una mayor tendencia a la aparición de ansiedad que favorecería una sobredimensión de los síntomas percibidos y una confusión con los síntomas.

Para ello sería útil el cuestionario de Autoevaluación Ansiedad Estado/Rasgo (STAI)⁶⁰, que cuantifica la tendencia ansiosa del sujeto y ha sido utilizado en pacientes asmáticos en diversos trabajos⁶¹. Existe una adaptación para niños (STAIC) de edades entre 6-15 años, validada en población española (niños y adolescentes), que valora la ansiedad como estado transitorio (Estado) y como rasgo latente (Rasgo).

La escala ansiedad- Estado (A-E) contiene 20 elementos con los que el niño expresa “cómo se siente en un momento determinado”; se pretende apreciar estados transitorios de ansiedad (sentimientos conscientes de aprensión, preocupación que fluctúan en intensidad con el tiempo).

La escala ansiedad- Rasgo (A-R) contiene también 20 elementos con los que se indica “cómo se siente en general”; se intenta medir la propensión a la ansiedad, la tendencia a mostrar estados de ansiedad.

Se ha demostrado que intervenciones para alterar la percepción a nivel central, que incluyen la educación sobre la evolución de la enfermedad, la enseñanza de estrategias para superar la disnea como la relajación/ distracción/ control de síntomas, la disminución de los niveles de ansiedad... son muy útiles. Estas estrategias cognitivo-conductuales permiten al paciente un mejor manejo de su disnea e incrementa su confianza en la habilidad para controlar el síntoma.

I.4. Relación entre la percepción de disnea y la hiperrespuesta bronquial.

I.4.1. Medición de la percepción. Valoración de la disnea. Escala de Borg.

La percepción es el proceso que nos permite adquirir, interpretar, seleccionar y organizar la información sensorial que nos llega a través de los sentidos y estímulos fisiológicos. Los métodos para estudiar el campo de la percepción van desde aproximaciones esencialmente biológicas o fisiológicas hasta las psicológicas, filosóficas y empiricistas.

Para cuantificar la intensidad percibida de diferentes estímulos, Stevens, llevó a cabo diferentes estudios mediante escalas abiertas. Desarrolló una ley que establece que la intensidad percibida de una sensación está relacionada con la intensidad del estímulo según una ecuación exponencial (ley de Stevens)⁶².

$$\psi = k\Phi^n$$

Posteriormente se planteó, para poder comparar la intensidad de un mismo estímulo percibido por diferentes sujetos, el asociar números a frases que el sujeto pudiera elegir o la cuantificación en una línea de la intensidad percibida y así poder realizar comparaciones entre sujetos, surgieron así diferentes escalas de medición como la de Borg o la escala analógico-visual³⁴.

La importancia de una adecuada cuantificación de la percepción de disnea está en la limitación en las actividades diarias que ésta puede provocar, con la consiguiente pérdida de forma física y el empeoramiento de la calidad de vida. Además su cuantificación valdría para discriminar la severidad de los

síntomas entre individuos y para evaluar los cambios de la disnea en pacientes concretos.

A pesar de las dificultades para “medir” una sensación subjetiva, además de una serie de métodos indirectos que valoran la limitación de las actividades diarias debidas a disnea (la estandarización de aquellas actividades en las que aparece disnea), existen una serie de métodos directos que cuantifican el grado de disnea de manera más objetiva y reproducible, relacionando el cambio en el grado de disnea como respuesta a una carga externa añadida⁶³.

La evaluación indirecta de la disnea se puede realizar mediante diversos índices de disnea durante las actividades de la vida diaria como: la escala de disnea del British Medical Research Council (MRC) donde se establecen 5 niveles de disnea; el índice basal de disnea de Mahler^{11;64} y el índice de transición (BDI/TDI); encuestas/ cuestionarios de calidad de vida específicas de enfermedades respiratorias; la distancia recorrida en la prueba de marcha de 6 min (6MWD)...

Las dos escalas directas más utilizadas han sido la Visual Analogue Scale (VAS) y la escala de Borg⁶⁵. **Figura 9.**

<i>Escala de 15 grados</i>		<i>Escala de 10 grados</i>	
Valor	Apreciación	Valor	Apreciación
6		0	Nada
7	Muy muy leve	0,5	Muy muy leve, apenas apreciable
8		1	Muy leve
9	Muy leve	2	Leve
10		3	Moderado
11	Considerablemente leve	4	Algo fuerte
12		5	Fuerte o intensa
13	Medianamente fuerte	6	
14		7	Muy fuerte
15	Fuerte	8	
16		9	
17	Muy fuerte	10	Muy muy fuerte, (submáxima)
18			
19	Muy muy fuerte		
20			

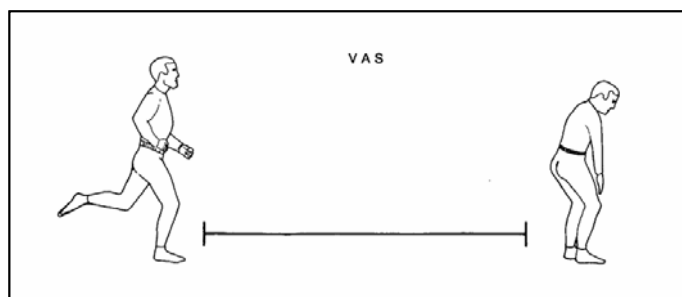


Figura 9. Escala de Borg original, de esfuerzo percibido, con mayor número de grados (hasta 20) y Escala de Borg con 10 categorías (CR-10). Escala VAS⁶⁶.

La que ha demostrado ser más útil, con una mayor reproducibilidad a largo plazo ha sido la escala de Borg⁶⁷. Presenta además una mejor correlación con los test de función pulmonar⁶⁸ y resulta más apropiada para medir las diferencias interindividuales de la percepción de disnea en pacientes con asma sometidos a test de esfuerzo⁶⁹. Por lo tanto es una herramienta válida, fiable y reproducible para cuantificar el grado de disnea⁷⁰.

Mediante la escala de Borg el sujeto cuantifica la intensidad del discomfort asociado a la respiración, independientemente de sus características cualitativas. Es posible que la evaluación de la intensidad de la disnea no refleje de manera precisa el grado de obstrucción persistente del tracto respiratorio y que haya que combinarlo con otros parámetros como el lenguaje utilizado, como ya se ha referido previamente^{8;11}.

En la escala de Borg original el ratio de la disnea percibida era de 0 a 21 (se relacionaba con el aumento de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio siendo 21 el nivel de disnea percibida con una frecuencia cardiaca máxima de 210 lpm)⁷¹.

Se han establecido después modificaciones útiles. La escala de Borg modificada es una escala categórica, con valores del 0 al 10, con expresiones verbales que gradúan la intensidad de la disnea asociadas a los números: absolutamente nada; muy muy poco (casi imperceptible); muy ligera; ligera; moderada; algo intensa; intensa/fuerte; muy intensa/muy fuerte; muy muy intensa (casi máxima); máxima.

Aunque es una escala categórica se admiten valores intermedios, (como 0,5). En algún estudio incluso se han admitido valores negativos.

I.4.2. Estudios sobre la percepción de disnea y la hiperrespuesta bronquial. Formas de clasificación de los pacientes según la percepción de disnea.

La medición directa de la disnea se debe relacionar con otros factores y aunque se puede medir en situación de reposo, lo habitual es realizar una comparación entre la disnea en reposo y tras una sobrecarga extrínseca o intrínseca: broncoconstricción inducida mediante estímulos químicos (test de metacolina, histamina) o físicos (test de esfuerzo).

La mayoría de estudios valoran la relación entre la disnea cuantificada y la reducción del FEV₁, mediante una regresión lineal o mediante ecuaciones exponenciales.

En un trabajo, donde los pacientes fueron sometidos a un aumento de cargas resistivas inspiratorias, se utilizó la pendiente de la curva de regresión entre el valor medio de Borg y el aumento de las cargas resistivas para determinar el grado de percepción de disnea⁷².

Burdon y cols, en un estudio de 45 pacientes con asma donde se les sometió a un test de provocación con histamina, relacionaron el valor de disnea (cuantificado mediante la escala de Borg) y la reducción del FEV₁ (aumento de la broncoconstricción) mediante una prueba de regresión lineal, analizando los valores de la pendiente de dicha curva⁴⁹.

Melani y cols estudiaron la relación entre la percepción de la disnea y la broncoconstricción inducida por ejercicio: evaluaron a 200 pacientes (con una edad media de 13 años) encontrando una correlación significativa entre la cuantificación de la disnea en una escala de Borg bipolar y la caída en el FEV₁, aunque influenciada por la edad, el sexo y el IMC⁷³.

Actualmente no existe un procedimiento considerado como idóneo para clasificar a los asmáticos en buenos y malos perceptores de disnea.

En pacientes adultos con asma, tras un test de provocación bronquial con histamina, se determinó el valor del cambio de Borg (CB, diferencia entre la percepción de disnea al caer el FEV₁ un 20% y la disnea basal) clasificándose los pacientes como:

Hiperperceptores: CB superior al percentil 75

Hipoperceptores: CB inferior al percentil 25

Disperceptores: CB negativo.

Obtuvieron los siguientes resultados: hasta un 24% de pacientes asmáticos fueron hiperperceptores, un 13% hipoperceptores y un 15% disperceptores⁷⁴.

En otro estudio realizado por Chetta y cols, tras realizar un test de broncoprovocación con metacolina, se clasificó a los pacientes según los valores del PS20 (la puntuación en la escala de Borg cuando hay una caída del FEV₁ del 20%). Se consideraron normoperceptores a los que presentaban un valor de PS20 entre 1 y 5⁵⁶.

Wamboldt y cols⁶⁹ diseñaron un estudio para definir los valores de referencia en la escala de Borg durante un test de provocación con metacolina, para clasificar correctamente a los pacientes según su percepción de disnea. Tras la realización del test de provocación en una muestra de 175 adolescentes con asma, se clasificó a los niños en diferentes grupos según el grado de caída del FEV₁. El estudio de la percepción de su disnea se realizó cuantificando el cambio de la puntuación de la escala de Borg (basal/tras inhalación de la máxima dosis de metacolina) en cada grupo. Se consideraron pacientes hipoperceptores aquellos que presentaron un cambio de Borg de 1 DS (desviación estándar) más bajo respecto a su grupo e hiperperceptores aquellos cuyo cambio en la escala de Borg fue 1 DS por encima de la del grupo

al que pertenecían. No se encontraron diferencias respecto a la edad, sexo, valor inicial en la escala de Borg, función pulmonar basal o variables fisiológicas entre los diferentes grupos.

El problema al valorar los principales trabajos es la diferencia en el estímulo aplicado (test de broncoprovocación con histamina, metacolina, ejercicio, aplicación de cargas inspiratorias resistivas) y los parámetros estudiados (valor de Borg máximo, cambio de Borg (con diferentes definiciones), pendiente de la curva de regresión entre estos valores y la caída del FEV_1)...

I.5. Percepción de la disnea durante el ejercicio en pacientes con asma.

I.5.1. Importancia del conocimiento de la percepción de la disnea durante el ejercicio en pacientes con asma.

1. El broncospasmo desencadenado por el ejercicio es muy frecuente en la población general e incluso más aún en pacientes asmáticos. Aparece en el 7-20% de la población general; el 80% de los pacientes con asma presentan también algún grado de BIE correlacionándose su intensidad con la hiperreactividad de la vía aérea. En la infancia la *prevalencia* de broncospasmo desencadenado por el ejercicio y el asma de esfuerzo también es muy alta.

Hasta el 15-20% de los asmáticos no son capaces de detectar la aparición de broncoconstricción cuando es moderada-severa. Un porcentaje más alto de pacientes son conscientes de los síntomas pero no son capaces de predecir el grado de alteración en su función pulmonar a partir de estos síntomas⁷⁵.

Por ello es muy importante alcanzar el máximo conocimiento sobre cómo percibe el paciente con asma esta disnea asociada al ejercicio, por la gran prevalencia que presenta.

2. La disnea percibida durante el esfuerzo puede deberse a *múltiples causas* y no siempre se corresponde con la presencia de broncospasmo. Es importante hacer un correcto *diagnóstico diferencial* ya que diversos autores han hallado de manera habitual errores diagnósticos.

Abu-Hasan y cols en un estudio realizado en 142 niños y adolescentes, con disnea durante el ejercicio, sin asma diagnosticada ni otros síntomas

asociados, encontraron que se podría considerar la existencia de asma inducida por ejercicio sólo en un 9,4% de los pacientes⁷⁶.

Seear y cols determinaron que sólo el 16% de los 52 niños estudiados por asma inducida por ejercicio mal controlada, cumplían todos los criterios para ser considerada como tal. Es decir, en muchas ocasiones, la exageración de los síntomas por parte del paciente o la familia, las implicaciones psicológicas y personales, la falta de forma física, podrían interferir en el diagnóstico de AIE⁷⁷.

Para llegar a un diagnóstico más seguro de la presencia de broncospasmo inducido por ejercicio además de apoyarse en los datos de la historia clínica y la exploración, se precisa realizar alguna prueba de provocación. La percepción de la disnea en niños, al igual que en adultos, se ha estudiado en diferentes situaciones y no se ha definido aún un patrón oro. Se han realizado pruebas de provocación sometiendo al paciente a un aumento de carga extrínseca o intrínseca. Se consideran válidos ambos métodos⁷⁸, aunque el más fácil de realizar en niños y más similar a sus condiciones habituales de vida es la realización de una prueba de esfuerzo⁷⁹.

3. En las guías clínicas de asma la percepción de disnea es uno de los índices más importantes. Se considera un factor de control del asma la falta de síntomas durante el ejercicio y la realización de una actividad diaria normal, por lo que una adecuada percepción de la disnea es imprescindible para que estos datos sean fiables.

Se ha puesto de relieve, que muchos niños asmáticos *restringen* su actividad física diaria, hasta un 30% según algunos estudios, con la influencia que ello tiene sobre su calidad de vida⁸⁰. Un buen control de su asma inducida por el ejercicio sería un objetivo primordial en su tratamiento y para ello un conocimiento detallado de la percepción de disnea sería muy útil.

Los mecanismos por los que aparecen ataques de asma fatales o casi fatales son poco conocidos, se ha sugerido que la principal causa de muerte son fallos en los mecanismos respiratorios (no cardíacos). Se ha objetivado que una sensibilidad reducida a la hipoxia por parte de los quimiorreceptores y una percepción alterada de la disnea predispone a los pacientes a padecer ataques de asma fatal⁸¹.

Una adecuada percepción de la disnea es también un condicionante importante a la hora de buscar tratamiento y acudir a urgencias. Pacientes con historia de asma casi fatal demostraron tener una percepción de disnea alterada tanto en reposo como tras la realización de varias formas de ejercicio. De manera, que la cuantificación de disnea en el momento de la máxima intensidad del ejercicio, se ha constituido en el mejor indicador del estado de asma casi fatal⁸².

Por otro lado, aunque una alta sensibilidad en la percepción de disnea parece favorable a la hora de detectar precozmente el deterioro de la función pulmonar, hay que determinar también, qué pacientes presentan una sobrepercepción o hiperpercepción de sus síntomas. De esta manera se podrían determinar los niveles de sensibilidad perceptual que son maladaptativos⁸³ y establecer la fiabilidad de los datos facilitados por determinados pacientes.

En conclusión el conocimiento de cómo es la percepción de la disnea durante el ejercicio de cada niño asmático, ayudaría a hacer un correcto diagnóstico y clasificación de la gravedad de su asma, a indicarles cuándo buscar ayuda y acudir a urgencias, a conseguir una adecuada aproximación terapéutica y obtener una calidad de vida mejor, adecuando el tipo de ejercicio a realizar.

I.5.2. Concordancia en la percepción entre padres y niños.

Los padres de los niños asmáticos juegan un papel importante en la enfermedad de sus hijos. No sólo controlan la medicación administrada sino que, además, sobre todo en el caso de niños pequeños, son ellos los que facilitan la información sobre la evolución de la enfermedad y hacen su propia valoración de la clínica y los síntomas sufridos por los niños.

En cualquier estudio donde se valoren los síntomas de niños con asma, tener en cuenta la información obtenida de los padres es tan importante como los datos que refieren los niños. Lo que no es bien conocido es si la información es fiable en todos los casos, si hay coincidencia en la valoración de los síntomas.

Se ha comprobado que los padres de niños más pequeños perciben los cambios en FEV₁ y PEF de manera más precisa que los propios niños, mientras que en edades mayores sucede a la inversa. En niños menores de 11 años se ha encontrado una moderada correlación entre los datos referidos por los padres y el calibre de la vía aérea. En niños mayores de 11 años, sin embargo, los datos referidos por ellos presentaron mayor correlación con las variables estudiadas, que los referidos por los padres⁸⁴.

En un estudio sobre la severidad del asma referida por los niños y sus padres, valorada en una escala VAS, se encontró que los padres de niños con moderada morbilidad eran mejor perceptores que aquellos con mayor severidad. Aunque ambos, padres e hijos, en ocasiones no fueron capaces de percibir los síntomas iniciales de una exacerbación de su asma y esperaron demasiado a tomar medidas⁸⁵.

En niños con asma es muy importante, por tanto, saber la fiabilidad de los datos proporcionados por los padres sobre la disnea padecida por sus hijos.

Existen pocos estudios que investiguen estos datos, sobre todo que valoren la disnea durante el ejercicio.

Se ha visto que en determinados momentos y en ciertas edades, tras la realización de una prueba de esfuerzo, la percepción de los síntomas percibidos por los padres no se correlacionan con ningún parámetro fisiológico. Tampoco se ha encontrado una relación significativa entre los padres y los niños en la puntuación de disnea en una escala VAS, ni en la cuantificación de los síntomas percibidos, tras ser sometidos los niños a una prueba de esfuerzo⁸⁶.

I.5.3. Dificultad en su medición. Problemas y cuestiones a resolver.

La dificultad para una correcta valoración de la disnea está en la medición de una sensación, con todos los factores condicionantes que ya se han expuesto: la influencia de la reacción subjetiva del sujeto, el contexto, la personalidad, la experiencia previa.

Existen dudas sobre cuál es la prueba de broncoprovocación idónea para valorar la percepción de disnea. Otro problema que surge es cómo relacionar un parámetro “subjetivo” con un parámetro fisiológico medible, la función respiratoria y así poder identificar los determinantes de una pobre percepción de disnea (edad, sexo, grado de hiperrespuesta bronquial, variables psicológicas...).

Por todo ello la mayoría de la variabilidad en la cuantificación de la disnea en el asma sigue inexplicada⁸⁷. Se plantea el reto de obtener nuevos datos que permitan una mejor clasificación de los pacientes según el tipo de percepción de disnea que presentan para mejorar el manejo de su enfermedad y aumentar su calidad de vida.

II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

II. JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

II.1. Justificación.

La aparición de síntomas respiratorios con el ejercicio es una de las características esenciales del asma en la infancia y uno de los aspectos que más condiciona la calidad de vida en los niños con esta enfermedad.

Diversos estudios han encontrado una mala correlación entre la percepción de estos síntomas por parte del paciente y el grado de obstrucción bronquial que desarrolla durante una prueba de esfuerzo. Hay pacientes que con una percepción intensa de disnea tienen muy poco broncoespasmo y al contrario, niños que se sienten bien tras el esfuerzo tienen una caída importante de la función pulmonar.

No se conocen bien los mecanismos fisiopatológicos de la percepción de la disnea durante el ejercicio ni los factores que condicionan el que los pacientes perciban más o menos esa disnea⁸⁸.

Los trabajos sobre la percepción de la disnea en niños con asma han sido escasos, con muestras pequeñas y cada uno con un diseño diferente no comparable.

Nos proponemos relacionar la función pulmonar con la percepción de la disnea durante el ejercicio y estudiar, no tanto los mecanismos respiratorios responsables de la percepción de la disnea alterada, sino las variables que pueden condicionar la capacidad perceptiva de disnea en nuestros niños con asma, de cara a valorar correctamente su gravedad y optimizar el tratamiento.

II.2. Objetivos

II.2.1. General.

Estudiar los factores que condicionan la percepción de la disnea durante el ejercicio en niños con asma.

II.2.2. Específicos.

- Estudiar la relación entre la percepción de la disnea (cuantificada mediante la escala de Borg) y el grado de obstrucción bronquial (medido como el porcentaje de caída del FEV₁) durante el ejercicio, en niños con asma estable.

- Valorar en qué momento se produce la percepción de la disnea en relación con la caída de la función pulmonar.

- Clasificar a los niños asmáticos de la muestra en buenos y malos perceptores de disnea y estudiar sus características epidemiológicas, clínicas, funcionales, su grado de entrenamiento y sus características emocionales.

- Relacionar la percepción de disnea del niño y la disnea percibida por los padres durante la prueba, es decir estudiar el grado de concordancia entre la disnea percibida por los padres y los niños.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

III. MATERIAL Y MÉTODOS

III.1. Planteamiento general.

Se ha realizado un estudio observacional longitudinal en una muestra de pacientes de 7 a 17 años de edad, con asma estable de más de 6 meses de evolución, a los que se sometió a una prueba de esfuerzo. Tras el ejercicio, a la vez que se realizaban pruebas de función pulmonar, los niños cuantificaron la disnea que habían percibido. La intención era relacionar ambos datos y poder clasificar a los pacientes según el tipo de percepción que presentaban y conocer la influencia de determinadas variables en su percepción.

Se llevó a cabo la prueba de esfuerzo mediante carrera en tapiz rodante. Tras la carrera, además de medir la función pulmonar realizando espirometrías forzadas seriadas, se midió la disnea con la escala de Borg, inmediatamente antes de cada espirometría.

Después de medir, en cada momento tras el esfuerzo, la puntuación de disnea en la escala de Borg y la caída del FEV₁, se ha obtenido el valor de la máxima caída del FEV₁ y la máxima puntuación en la escala de Borg. Este dato ha servido para cuantificar la percepción absoluta de la disnea. Se ha calculado también el cambio de Borg (CB: diferencia entre el Borg máximo y el Borg inicial).

Para valorar los factores que condicionan la percepción de la disnea, se ha recogido la edad, el sexo, el IMC, antecedentes personales y familiares, gravedad del asma y grado de entrenamiento.

Antes de la prueba de esfuerzo se cuantificó la puntuación de Ansiedad-Estado, Ansiedad-Rasgo.

III.2. Pacientes.

III.2.1. Selección de la muestra.

El grupo de estudio ha estado compuesto por niños de 7-17 años de edad, incorporados de manera *consecutiva*, que acudían a la consulta externa de Neumología pediátrica del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús de Madrid, que cumplían criterios de inclusión y aceptaron participar en el estudio.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del hospital. **Anexo 1.**

III.2.1.1. Criterios de Inclusión.

- Niños de ambos sexos con edades comprendidas entre los 7 y 17 años, ambos inclusive.
- Diagnóstico de asma como mínimo 6 meses previos al estudio.
- Espirometría basal con un FEV₁ > 70%.
- No administración de tratamiento previo que imposibilitara la realización del test de ejercicio. **Tabla 2.**
- Realización del test de provocación de manera correcta (pruebas de función respiratoria, carrera en tapiz rodante alcanzando una carga de trabajo adecuada).
- Aceptación verbal del consentimiento informado. **Anexo 1.**

Fármaco	Tiempo de exclusión previo
Broncodilatador corta duración	8 horas
Broncodilatador larga duración (sólos o en asociación)	24 horas
Anticolinérgico	24 horas
Antagonista de los receptores de los leucotrienos	24 horas

Tabla 2. Fármacos que pueden influir en la prueba de esfuerzo. Tiempo en que está contraindicada su administración antes de la prueba.

III.2.1.2. Criterios de exclusión.

- Exacerbaciones o ingresos en el último mes (o cambios en el tratamiento de base durante ese periodo).
- Enfermedades crónicas o patologías respiratorias que pudieran producir disnea o interferir los resultados del estudio.
- Presencia de problemas ortopédicos que contraindiquen la realización del test de esfuerzo.
- Realización de ejercicio 4 horas previas al estudio.
- Falta de colaboración o imposibilidad para realizar la prueba.

III.2.2. Sujetos seleccionados. Datos recogidos del paciente.

Han participado en el estudio 54 niños, de ellos 2 no han sido capaces de realizar el test de esfuerzo correctamente, según se detallará más adelante en el apartado “Resultados”. Por lo tanto se reclutaron desde enero de 2005 hasta diciembre de 2006, un total de 52 niños.

Se recogieron *datos epidemiológicos y antropométricos*: sexo, edad, talla, peso, índice de masa corporal. Así como los antecedentes personales y familiares de los niños y las condiciones ambientales habituales. **Anexo 2.**

Como *antecedentes personales* se documentó la presencia de alergias alimentarias, alergia a neumoalergenos (hongos, pólenes, epitelio de animales, polvo) o la presencia de dermatitis atópica diagnosticada previamente por un médico.

Respecto a la *historia familiar* se valoró el grado de formación de los padres (graduado escolar, formación profesional, carrera universitaria, otros) y la presencia en familiares de primer grado de asma/atopia/alergia.

Respecto a las *condiciones ambientales* se interrogó a los pacientes sobre la convivencia con fumadores o la presencia de animales en la vivienda.

Se recogieron los siguientes *datos sobre la enfermedad de base*: el tiempo de evolución del asma, el diagnóstico clínico actual y la gravedad del asma según lo recogido en el último consenso publicado²¹, el número de ingresos hospitalarios y en UCI por causa respiratoria, el número de visitas a urgencias en el último año y el tratamiento de base.

Para valorar el *grado de entrenamiento*, de manera similar a la clasificación utilizada en otros estudios⁸⁹, se realizó un cuestionario donde los niños se incluían en uno de los siguientes 4 grupos según su actividad habitual:

- a) Aquellos con incapacidad para realizar ejercicio.
- b) Aquellos cuya actividad física era menor de lo habitual.
- c) Aquellos cuya actividad física era la habitual (además de la gimnasia escolar practicaban algún otro deporte esporádicamente).
- d) Aquellos con una mejor forma física de lo habitual (entrenaban regularmente además de la gimnasia escolar).

III.3. Estudios realizados.

III.3.1. Valoración del nivel de Ansiedad Estado/ Rasgo.

Para poder valorar la influencia de la personalidad en la percepción de disnea se ha realizado una medición del grado de ansiedad. Se ha utilizado el Cuestionario de Autoevaluación de Ansiedad Estado/Rasgo en niños⁶⁰, cuestionario que, como se ha explicado en la introducción, determina cuantitativamente el grado de ansiedad estado (en el momento previo a la prueba) y el grado de ansiedad rasgo (personalidad). **Anexo 3.**

Tras la obtención de las puntuaciones directas (rango 20 – 60) se puede hacer una interpretación a partir de su valor absoluto o de su valor relativo (mediante la comparación de los resultados con los de una muestra normativa española, donde se tienen en cuenta las variables sexo, edad y curso escolar, obteniendo la puntuación centil y la puntuación “S”). En este caso se han recogido ambos datos.

III.3.2. Test de ejercicio en cinta rodante.

Al inicio de la prueba se registraron las condiciones ambientales del laboratorio (temperatura, humedad y presión). Las condiciones del laboratorio se mantuvieron estables y controladas mediante un sistema climatizador. La temperatura media del laboratorio durante la realización de las pruebas fue de 24,27°C y la humedad relativa menor del 50% según recomendaciones.

Se registraron también el peso y talla de los pacientes, así como sus constantes vitales (saturación de oxígeno y frecuencia cardiaca).

Los instrumentos se calibraron diariamente utilizándose una jeringa de 3 litros de Jaeger®. Los flujos y volúmenes fueron corregidos para condiciones

BTPS (temperatura corporal, presión atmosférica y saturación con vapor de agua). Todas las pruebas fueron realizadas por la misma persona.

Tras confirmar que no había ningún motivo de exclusión, se realizó una primera espirometría forzada (utilizando el sistema informatizado Master Screen Jaeger[®], E. Jaeger GMBH, Würzburg, Alemania) siguiendo normas de la ATS/ERS^{90;91}.

Todos los niños eran pacientes asmáticos familiarizados ya con la técnica de la espirometría forzada. Aún así, antes de la prueba, se les explicó las maniobras que tenían que hacer y se les animó, en todo momento, para que se esforzaran al máximo, ayudándoles además con un programa de animación a través de la pantalla del ordenador que incentivaba la colaboración.

Con el niño sentado, la espalda recta y la nariz tapada por unas pinzas nasales, se ajustó una boquilla acodada reutilizable de plástico rígida a la boca del paciente; aplicando alrededor los labios, para conseguir un sello perfecto y para que no hubiera fugas y todo el aire inspirado o espirado pasara por la boquilla. Esta boquilla estaba unida al neumotacógrafo y registraba el volumen y los flujos.

Tras obtener varias respiraciones con un volumen corriente constante, se le pedía al niño que realizara las siguientes maniobras respiratorias al máximo de sus fuerzas:

- 1) Exhalar todo el aire hasta que no le quedara nada.
- 2) Realizar una inspiración lenta y sostenida hasta el límite de sus posibilidades.
- 3) Expulsar el aire fuerte, enérgica, rápida y lo más prolongado posible (4-6 segundos), hasta que ya no fuera capaz de “sacar” más aire.

Cuando ya había expulsado todo el aire, se le indicaba que cogiera de nuevo todo el aire posible hasta llegar a una inspiración máxima y se finalizaba la prueba.

Se ha perseguido que el comienzo de la maniobra forzada fuera brusco y el niño mantuviera la espiración el máximo tiempo posible. Para la correcta realización de la maniobra, como se ha comentado previamente, se animó al niño con voz fuerte y estímulos entusiastas a que completara al máximo la maniobra.

Mediante los criterios subjetivos del investigador y el análisis de las gráficas espirométricas se ha comprobado que el esfuerzo fuera adecuado, con un inicio de la espiración desde la posición de inspiración máxima, sin indecisión o falso comienzo y sin tos ni fugas. Se realizaron un mínimo de tres maniobras y un máximo de seis espirometrías seguidas.

La maniobra se ha considerado válida cuando se han obtenido tres registros aceptables con una variabilidad entre ellas de menos del 5% y dónde los dos mejores valores de FVC y los dos mejores valores de FEV₁ no se diferenciaron entre sí más de 0.150 L. Se ha escogido como representativa aquella curva en la los valores del FEV₁ ha sido mayor.

La valoración de la hiperrespuesta bronquial se ha realizado mediante un estímulo indirecto físico con carrera en tapiz rodante (cinta móvil Burdick T600 con la unidad de control Burdick TA620. Inc, Wisconsin, EE.UU.) y un incremento de carga continua (prueba de rampa), según recomendaciones de la ATS y ERS^{42;92}.

Antes de iniciar la prueba de esfuerzo se confirmó la ausencia de clínica que impidiera la realización del test y se comprobó la presencia de una adecuada saturación de oxígeno y auscultación cardiopulmonar normal.

Se monitorizó la frecuencia cardíaca durante toda la prueba con el monitor de ritmo cardíaco POLAR a5TM. Polar Electro Oy, HQ (Finland), así como las constantes al final del ejercicio.

Al paciente se le explicó la técnica de la carrera y se le permitió familiarizarse con el equipo. Se comprobó que el calzado fuera cómodo y el niño pudiera mantener la carrera un mínimo de cuatro minutos. Se le explicó además que podía interrumpir la prueba en cualquier momento.

Mientras duraba el ejercicio se le animó a mantener el esfuerzo al máximo. La prueba de esfuerzo se realizó con respiración nasal para asimilarlo más a las condiciones habituales de ejercicio.

Se ha seguido el siguiente protocolo, realizándose la prueba de esfuerzo en tres tiempos:

- Tiempo de esfuerzo gradual o calentamiento: Inicio de la carrera a velocidad baja. Aumento poco a poco de la velocidad hasta alcanzar un ritmo cómodo para el niño. Elevación después de la inclinación, de manera progresiva, hasta alcanzar una carga de trabajo óptima. Duración aproximada de 2 minutos.
- Tiempo de esfuerzo: cuando el paciente ya se ha adaptado a las condiciones del ejercicio y se ha obtenido, mediante la elevación de la inclinación de la cinta, la FC deseada. Se ha animado a cada niño a correr un mínimo de 4 minutos.
- Tiempo de recuperación: finalización de la carrera al detener el aparato, parando en unos segundos.

El trabajo realizado durante el ejercicio se ha determinado mediante la FC. Como se ha explicado previamente se calculó la máxima FC teórica mediante la regla: 220- edad en años. El objetivo durante la prueba ha sido conseguir un 90-95% de la máxima FC teórica para obtener un esfuerzo óptimo, que no diera lugar a falsos negativos⁸⁹.

Durante la carrera se recogieron los datos referentes a la frecuencia cardiaca máxima (FCM), el tiempo total de carrera con la FC perseguida, la inclinación y la velocidad máxima de la cinta rodante, los kilómetros totales recorridos y los METs consumidos (Equivalentes metabólicos, 1 MET= 3,5cc/kg/min VO₂max = 1 kcal/kg/h; valor utilizado como expresión del requerimiento metabólico para realizar un trabajo, como una aproximación lineal del consumo de oxígeno).

Tras la carrera se realizaron espirometrías forzadas seriadas 3, 5, 10, 15, 30 minutos siguiendo el procedimiento referido previamente. Antes de cada espirometría se cuantificaba también la disnea percibida.

Como medida de la respuesta al ejercicio, se ha seleccionado la máxima caída del FEV₁ (calculado como el cambio porcentual respecto al valor basal del FEV₁) por su elevada especificidad y reproducibilidad⁹³:

$$\% \text{ de caída FEV}_1: \quad \frac{\text{valor pre ejercicio} - \text{valor post ejercicio}}{\text{valor pre ejercicio}} \times 100$$

Ante el debate planteado sobre cuál es el punto de corte más adecuado para considerar una prueba de esfuerzo positiva, comentado antes en la Introducción, se ha optado por considerar varios puntos de corte de caída del FEV₁: una reducción del 10, 13 y 15%.

Mientras el paciente permaneciera estable se completó el protocolo completo, cada espirometría en el momento indicado, para poder llegar al valor

de caída del FEV₁ más bajo y así evaluar la severidad del AIE de manera correcta²⁸.

En los casos en los que el paciente no se había recuperado de la broncoconstricción al acabar la prueba o había presentado alteraciones en la saturación o clínica importante, se administró una dosis de salbutamol inhalado (cámara Volumatic 4 puff), comprobándose la normalización de la función pulmonar unos 10-15 minutos después. **Anexo 4.**

III.3.3. Cuantificación de la disnea.

Antes de realizar el test de esfuerzo se explicó a los padres y a los niños que tenían que valorar, en diferentes momentos, cuánta dificultad respiratoria sentían, cuánta disnea, mediante una escala con números y palabras.

Se pidió tanto a los niños como a sus padres, de manera independiente, que cuantificaran la disnea percibida mediante la escala modificada de Borg antes de la carrera y antes de cada espirometría (3,5,10,15,20 y 30 minutos tras finalizar la carrera). **Anexo 5 y 6.**

Se indicó que eligieran la puntuación que mejor definiera su sensación de dificultad respiratoria sin prestar atención a otras sensaciones diferentes.

Figura 10.

<p>1. Escala Borg ----- minutos tras ejercicio.</p> <p>¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora? Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</p> <p>0: Absolutamente nada 0,5: muy muy poca (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</p>

Figura 10. Escala de Borg modificada.

III.3.4. Valoración de los síntomas aparecidos durante el ejercicio.

Al finalizar la prueba de esfuerzo se pidió a los padres y a los niños que valoraran los síntomas percibidos durante la misma mediante:

- Respuesta a una pregunta abierta sobre cómo se habían sentido.
- Determinación de la intensidad de síntomas tanto específicos, como inespecíficos, de hiperreactividad bronquial en una escala tipo Likert de 4 pasos, dando una puntuación de 0 a 3. **Figura 11.**

Respuesta Libre / abierta

¿cómo te sientes?	
-------------------	--

	Nada (0)	Muy poco (1)	Moderado (2)	Importante (3)
Tos				
Sibilancias				
Falta de aire				
<i>Dolor articular</i>				
<i>Dolor de cabeza</i>				
<i>Palpitaciones</i>				
<i>Cansancio de piernas</i>				
Otros				

Figura 11. Valoración de los síntomas percibidos durante la prueba.

III.3.5. Clasificación de pacientes según el tipo de percepción de disnea.

Inicialmente se ha relacionado la percepción de disnea de cada paciente (medida mediante la escala de Borg) con el grado de obstrucción bronquial (medido como el porcentaje de caída máxima del FEV₁ que aparece durante la prueba de esfuerzo) mediante un test de regresión lineal.

La utilización de la pendiente de la curva de regresión lineal antes calculada se ha considerado poco adecuada para clasificar a los pacientes según su percepción de disnea durante el ejercicio. Debido a la dificultad para establecer curvas dosis-respuesta, es casi imposible la valoración de la disnea para el mismo grado de obstrucción bronquial.

Tras hallar el valor del cambio de Borg de cada paciente (diferencia entre el valor máximo de Borg y el Borg basal: la disnea relativa), se ha calculado la recta de regresión lineal de la disnea (CB) en función de la caída máxima del FEV₁. Para cada paciente, a través de esta recta de regresión lineal, se han obtenido los valores de los residuos brutos: las diferencias entre los valores pronosticados de disnea obtenidos a partir de la recta de regresión mínimo cuadrática del cambio de Borg sobre la variable independiente, la caída del FEV₁, (el teórico que tenía que haber presentado para la caída de función pulmonar concreta que tenía) y el valor real referido por el paciente. **Figura 12.** Como ejemplo se exponen en la **Tabla 3** los valores de tres pacientes: el CB referido, el valor pronosticado-esperado para la caída máxima de función pulmonar que han tenido y el residuo bruto.

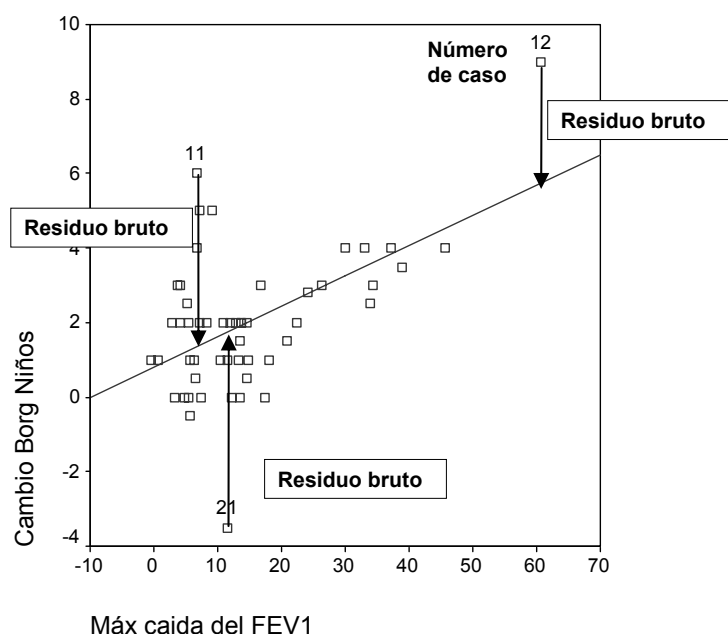


Figura 12. Cálculo de los residuos brutos.

Número de caso	CB	Valor pronosticado CB	Residuo bruto
11	6	1,348	4,652
12	9	5,748	3,252
21	- 3,5	1,744	- 5,244

Tabla 3. Valores del CB, el valor teórico pronosticado y el valor del residuo bruto de tres pacientes.

Se han utilizado los valores de estos residuos brutos para estimar la disnea teniendo en cuenta los cambios en la función pulmonar y determinar el grado de percepción de disnea (GPD). Se ha calculado el valor medio de los residuos brutos y los percentiles 25, 50 y 75. Aquellos pacientes con un valor en el GPD (grado de percepción de disnea) comprendido entre los percentiles 25-75 de nuestra muestra han sido considerados buenos perceptores de

disnea; hiperperceptores aquellos cuyo valor ha sido mayor del percentil 75 e hipoperceptores aquellos cuyo valor se encontró por debajo del percentil 25. En cada grupo se han analizado las distintas variables clínicas, funcionales y psicológicas para ver su importancia en la forma de percibir la disnea.

III.4. Estudio estadístico.

III.4.1. Recursos Informáticos.

El análisis de los datos se ha realizado por medio del programa estadístico SPSS para Windows, versión de 11.0.3. y MedCalc[®] para Windows, versión 9.

III.4.2. Cálculo del tamaño muestral.

Se ha utilizado el programa MedCalc[®] para Windows, versión 9, para calcular el tamaño de la muestra necesaria para determinar la fuerza de la asociación entre los síntomas de los niños durante un test de ejercicio y su respuesta fisiológica al mismo.

Teniendo en cuenta los datos publicados en una muestra de 175 sujetos, con una edad media de 16 años, donde se halló una correlación significativa de 0,68 entre el Borg y la caída del FEV₁⁶⁹. Se determinó que para detectar una correlación estadísticamente significativa de 0,6 ($p < 0,05$) con una potencia del test del 80% (error $\beta = 0,20$) serían necesarios 19 pacientes.

Dada la dificultad para encontrar datos publicados que valoraran los parámetros aquí estudiados en una población similar y que los intervalos de confianza eran amplios; aunque en nuestro estudio no se preveía la posibilidad de pérdidas, se decidió aumentar el número de pacientes hasta un mínimo de 40 pacientes.

III.4.3. Estadística descriptiva.

Los datos *cuantitativos* se describen como media, desviación típica y rango (mínimo y máximo) y los datos *cualitativos* en forma de porcentajes.

III.4.4. Comparación de variables.

Para la comparación de variables *cuantitativas* se ha utilizado la prueba de la t de Student para muestras independientes y muestras relacionadas o pareadas, comprobando previamente que las variables a estudio siguieran una distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. En caso de distribuciones no normales se ha utilizado la prueba U de Mann-Whitney para dos muestras independientes.

Para analizar la relación entre datos *cualitativos* se han utilizado las tablas de contingencia y la prueba de la χ^2 .

Se ha utilizado el análisis de la varianza (ANOVA) para un factor, para la comparación de varias muestras de variables *cuantitativas*. Cuando esta comparación mostró una diferencia estadísticamente significativa se han utilizado otras pruebas para la comparación múltiple entre parejas de muestras. En caso de variables no normales se ha realizado un equivalente no paramétrico del ANOVA de un factor, la prueba de Kruskal-Wallis.

El coeficiente de correlación de Pearson se ha utilizado como *medida de asociación lineal* entre dos variables. Como medida no paramétrica de la correlación entre dos variables ordinales se ha aplicado el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman.

Para determinar la relación existente entre variables cuantitativas y la importancia relativa de cada una de ellas se ha realizado la prueba de regresión lineal simple o múltiple.

En caso de que fuera necesario también se han analizado los valores *pronosticados* de la variable dependiente a partir de la recta de regresión mínimo cuadrática de la variable dependiente sobre la variable independiente, así como el valor de los *residuos o errores*, las diferencias entre estos valores pronosticados y los valores reales de la variable dependiente.

Para valorar el grado de acuerdo entre los datos de los padres y los niños, el grado de concordancia, se ha utilizado el coeficiente de *correlación Kappa* en caso de variables cualitativas y el *coeficiente de correlación intraclase* en caso de variables cuantitativas, así como la construcción de gráficas por el método de *Bland Altman*.

En todos los casos las diferencias y correlaciones se han considerado estadísticamente significativas cuando el valor de *p* fue menor o igual a 0,05.

IV. RESULTADOS

IV. RESULTADOS

IV.1. Descripción de la muestra global.

Como ya se ha referido en el apartado Material y métodos, en el estudio han participado 54 niños.

De ellos dos niños que inicialmente iban a ser incorporados al estudio, no fueron capaces de acabar el test de esfuerzo:

- Un niño de 7 años que presentaba asma persistente moderada, de 6,5 años de evolución. Los valores de STAIC-E/R fueron de 23/40 respectivamente, el valor de Borg inicial del niño y de los padres fue de 0 y el valor inicial de FEV₁ 101,19%. El paciente no pudo mantener la carrera más de 2 minutos porque no se sentía cómodo durante la prueba. Alcanzó una FC máxima de 164 lpm y mantuvo saturaciones normales en todo momento, así como una auscultación normal.

- Una niña de 8 años que presentaba asma episódica ocasional de 2 años de evolución; los valores de STAIC- E/R fueron de 30/40, el valor de Borg inicial de la niña y de los padres fue de 0 y el valor inicial de FEV₁ 128,33%. Refería tener una forma física menor de lo habitual y mantuvo la carrera sólo durante 3 minutos, abandonó la prueba porque “no podía más y estaba cansada”. Alcanzó una FC máxima 161 lpm, sin presentar alteraciones en la saturación o la exploración física.

Por lo tanto se incluyeron en el estudio un total de 52 niños con asma estable, de 7 a 17 años, reclutados desde enero de 2005 hasta diciembre de 2006.

La muestra estaba formada por 31 varones (60%) y 21 mujeres (40%).

La edad media y las características antropométricas están reflejadas en la **Tabla 4**.

EDAD	TALLA (m)	PESO (kg)	IMC
11,55 ± 2,40 (7,24 – 16,22)	1,47 ± 0,14 (1,19 – 1,74)	45,54 ± 14,45 (19,5 – 77,5)	20,24 ± 3,45 (13,89 – 28,2)

Tabla 4. Características antropométricas y edad de la muestra (N=52) expresados como media ± DT y rango.

Sólo 4 pacientes de toda la muestra presentaron sobrepeso (IMC >25), dos niños y dos niñas.

Se han registrado datos sobre la enfermedad de base (tiempo de evolución del asma, gravedad, tratamiento y función pulmonar basal), los antecedentes personales y familiares de atopia, la exposición a contaminantes, el grado de actividad física y el nivel de ansiedad estado / rasgo por la influencia que estos factores pueden tener en la percepción de disnea durante el ejercicio, como ya se ha referido previamente. Estos datos se detallan a continuación.

IV.1.1.Enfermedad de base.

El 17,3 % (9) de los niños tenían asma episódica ocasional, el 34,6% (18) episódica frecuente, el 44,2% (23) persistente moderada y el 3,8% (2) persistente grave según la clasificación del último consenso elaborado por la SENP²¹. **Figura 13.**

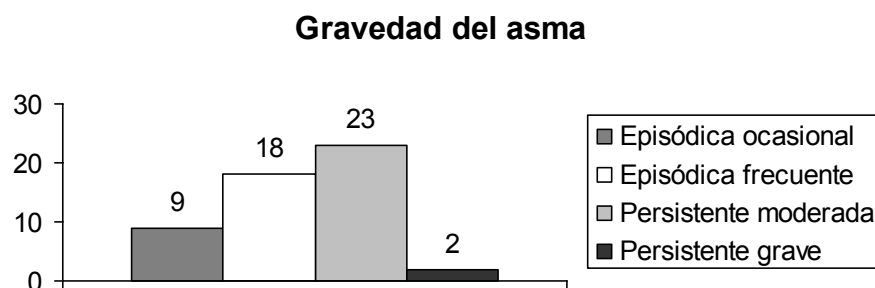


Figura 13. Gravedad del asma en la muestra global.

Los datos sobre el tiempo de evolución del asma y el número de ingresos por este motivo, así como las visitas a urgencias en el último año se detallan en la **Tabla 5**.

Tiempo de evolución del asma (años)	Número de ingresos	Nº ingresos en UCI	Visitas a urgencias el último año
6,9 ± 3,2 (1 - 13)	0,54 ± 1,01 (0 - 4)	0,04 ± 0,27 (0 - 2)	0,69 ± 1,51 (0 - 8)

Tabla 5. Datos sobre la enfermedad de base, tiempo de evolución del asma y asistencia médica requerida (N=52) expresados como media ± DT y rango.

Respecto al tratamiento recibido: 10 niños no habían precisado la administración de agonistas β_2 de corta duración a demanda en los meses previos a la prueba; 6 niños habían necesitado tratamiento con agonistas β_2 de corta duración a demanda de manera esporádica los últimos meses; 1 estaba tomando antihistamínicos orales y otro recibía inmunoterapia s.c; 11 niños realizaban tratamiento con corticoides inhalados y 23 niños asociación de agonistas β_2 de larga duración y corticoide inhalado. En 2 casos además recibían como tratamiento coadyuvante antagonistas de los receptores de los leucotrienos.

El valor de FEV₁ inicial medio fue de 97,42 ± 11,36 (rango 77,32-122,33). Sólo dos pacientes presentaron un patrón inicial obstructivo con un valor basal de FEV₁ menor del 80%.

IV.1.2.Antecedentes personales y familiares.

El 19,2% de los pacientes no tenían ninguna enfermedad previa, el 15,4 % padecían algún tipo de alergia alimentaria, el 71,2% alergia a algún tipo de neumoalergeno y el 44,2 % dermatitis atópica.

El 38,5 % de los niños estaban expuestos al humo de tabaco en casa y el 23% tenían algún animal con pelo en casa.

Respecto a los antecedentes familiares el 40,4% de los niños no presentaban ningún antecedente de interés, el 25% referían algún tipo de alergia alimentaria en familiares de primer grado, el 44,2% de asma y el 11,5 % de dermatitis atópica.

El 42% de los padres y el 40% de las madres habían cursado carrera universitaria; el 36% de los padres y el 46% de las madres tenían sólo el graduado escolar.

IV.1.3.Nivel de actividad física.

Se ha clasificado el nivel de la actividad física diaria de los niños según los siguientes 4 apartados:

1.No hago gimnasia ni deporte en el colegio/instituto porque no puedo-
Incapacidad para hacer ejercicio.

2.No me gusta la gimnasia ni el deporte. Hago la gimnasia del colegio/instituto porque me obligan.- Actividad física *Menor de lo habitual*

3.Hago la gimnasia del colegio/Instituto. De vez en cuando practico algún que otro deporte los fines de semana.- Actividad física dentro de lo *habitual*

4.Me gusta mucho el deporte y estar en forma física. Además de la gimnasia del colegio/instituto entreno y practico otro/otros deportes durante la semana y el fin de semana- Actividad física *Mejor de lo habitual*

El 34,6% de los niños de la muestra refirieron tener una actividad física mejor de la habitual, el 42,3% una actividad física habitual, el 21,2% menor de lo habitual y el 1,9% incluso incapacidad para hacer ejercicio. **Figura 14.**

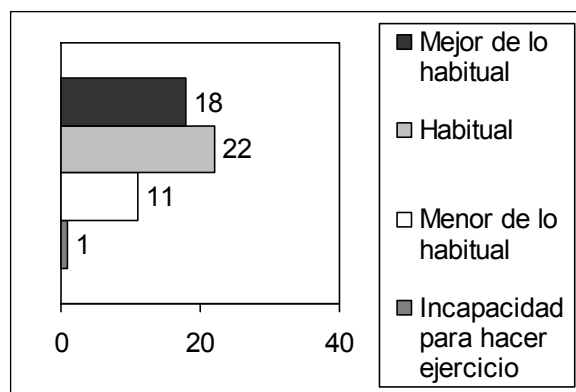


Figura 14. Nivel de actividad física habitual.

IV.1.4.Grado de ansiedad estado / rasgo.

Los valores medios del nivel de ansiedad estado / rasgo obtenidos mediante el Cuestionario de Autoevaluación de Ansiedad Estado/Rasgo en niños⁶⁰ se detallan en la **Tabla 6.**

Puntuación STAIC- Estado	Puntuación STAIC- Rasgo
28,71 ± 5,51 (20- 50)	33,28 ± 4,89 (26 –44)

Tabla 6. Datos sobre el nivel de ansiedad Estado / Rasgo (N=52) expresados como media ± DT y rango.

Además de obtener los valores absolutos es posible hacer una comparación con los valores estándares de población infantil española teniendo en cuenta el sexo, la edad y el curso de escolarización. En la **Figura 15** se detallan, mediante gráficos de barras, los percentiles de la puntuación en el cuestionario STAIC- Estado y Rasgo.

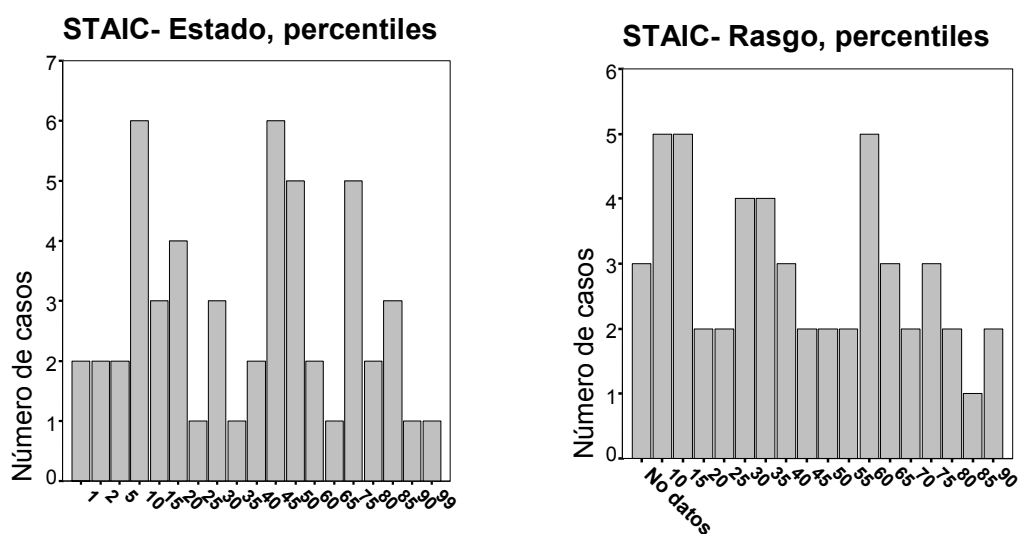


Figura 15. Percentiles de la puntuación de Ansiedad Estado y Rasgo

IV.2. Descripción de los resultados del test de esfuerzo.

IV.2.1. Parámetros conseguidos. Grado de esfuerzo.

La temperatura media en el laboratorio durante la prueba fue de 24°C (rango 21-27) y la humedad menor del 50% acorde a los parámetros recomendados.

A continuación se exponen los parámetros obtenidos en la prueba de esfuerzo (la inclinación máxima del tapiz rodante, la velocidad máxima obtenida, la distancia recorrida medida en km y los minutos que ha corrido el niño con la FC perseguida) y el grado de esfuerzo conseguido (el consumo estimado valorado en METs, la FC máxima obtenida, el % respecto a la máxima FC teórica para la edad). **Tabla 7.**

	Media \pm DT	Rango
Inclinación máxima	9,7320 \pm 1,70395	7,00– 14,70
Velocidad máxima (km/h)	7,7725 \pm 0,95038	6,00– 10,80
Km totales	0,5987 \pm 0,15241	0,27 - 1,10
Minutos con FC perseguida	4,67 \pm 0,96	4 - 8
METs	10,6565 \pm 2,16218	1,01 - 15,80
FC máxima obtenida	187,79 \pm 9,676	148 – 201
% máxima FC teórica	90,1127 \pm 4,91788	70,00– 96,34

Tabla 7. Parámetros obtenidos durante la prueba.

Debido a la importancia de la FCM obtenida para valorar correctamente el grado de esfuerzo conseguido, se ha analizado el número de pacientes que consiguieron una FC menor del 80% respecto a la máxima FC teórica para la edad, una FC entre el 80 y el 84%, entre el 85 y 89%, el 90 y 94% y mayor del 95%. Estos valores se exponen en la siguiente representación gráfica. **Figura 16.**

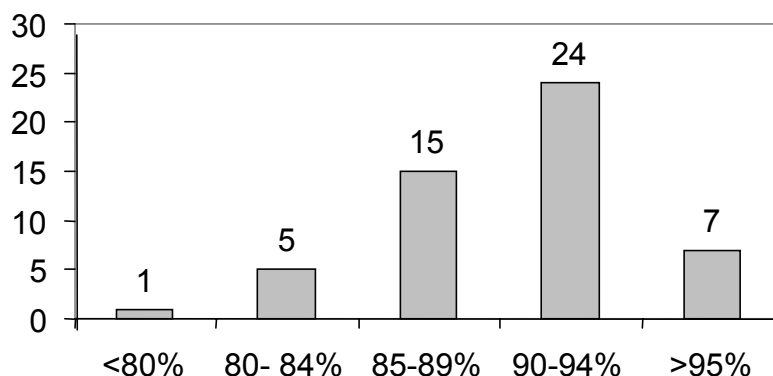


Figura 16. FC obtenida respecto a la máxima FC teórica para edad distribuida en rangos.

Sólo un paciente realizó un test de esfuerzo sin llegar a una FC máxima mayor del 80% teórico para la edad, un paciente de 8 años con asma episódica frecuente que llegó a una FC máxima de 148 lpm.

IV.2.2.Resultado del test de esfuerzo.

La caída máxima del FEV_1 media fue de $14,7815 \pm 12,5083$ (rango -0,33 a 60,7). El histograma donde se muestra la reducción del FEV_1 (%) se expone en la **Figura 17.**

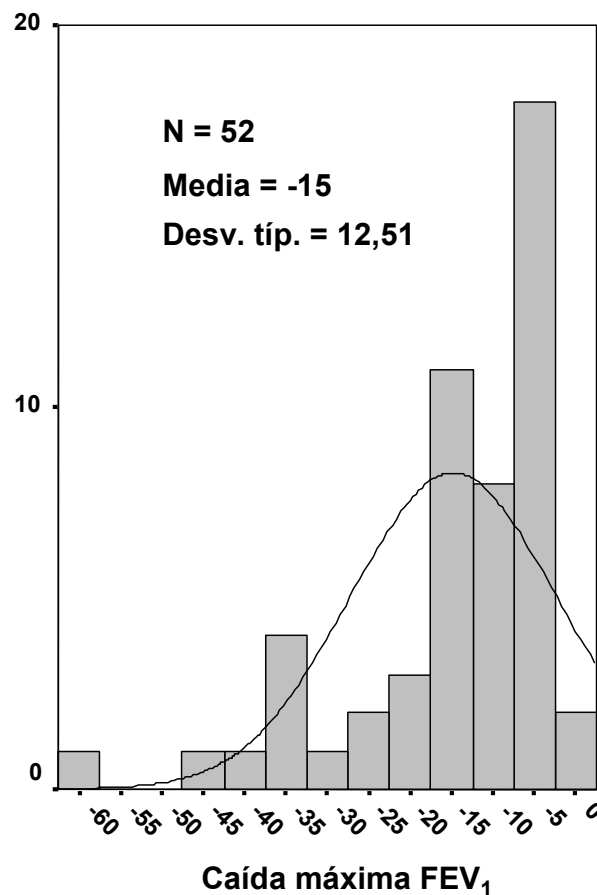


Figura 17. Reducción máxima del FEV₁. Número de casos.

Como ya se ha explicado en el apartado Material y Métodos se ha decidido considerar varios puntos de corte de caída del FEV₁ distintos, para definir la positividad del test de esfuerzo: una caída del 15% (como era considerado en protocolos previos), una caída del 10% (según lo aceptado en las normas más recientes publicadas por la ATS)⁴² y una caída del 13% (según el estudio llevado a cabo por *Godfrey y cols* para determinar el punto de corte óptimo de sensibilidad y especificidad en pruebas de esfuerzo en niños y adolescente)⁴⁵.

El resultado del test de esfuerzo según los distintos puntos de corte de positividad del 10, 13 o 15% de máxima caída del FEV₁ se detalla en la siguiente tabla y representación gráfica. **Figura 18.**

Resultado	Punto corte 10%	Punto corte 13%	Punto corte 15%
Negativo	42,3 %	55,8 %	65,4 %
Positivo	57,7 %	44,2 %	34,6 %

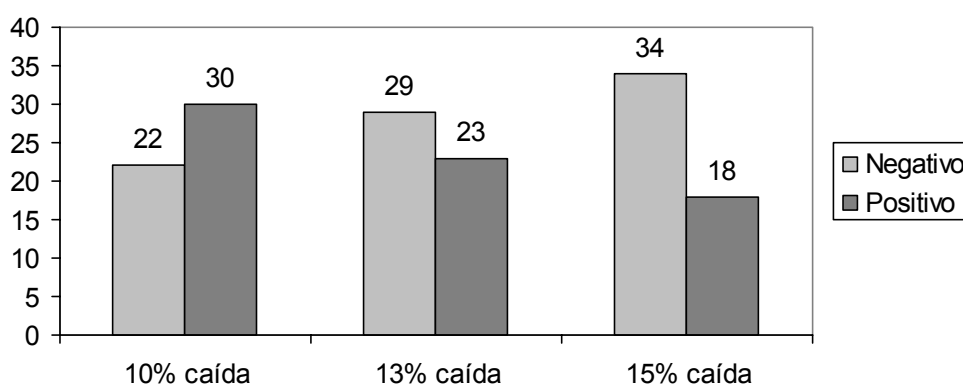


Figura 18. Resultado del test de esfuerzo según tres criterios diferentes de positividad.

IV.2.3.Administración de broncodilatador.

Se administró broncodilatador a 24 pacientes. A dos pacientes se les administró a los 4 y 5 minutos tras acabar la prueba de esfuerzo y realizar la primera espirometría por presentar un % de caída del FEV₁ del 45,6 y del 60,75 % respectivamente, presentaron una puntuación de Borg en ese momento de 4 y 10.

En el resto de pacientes se administró entre 25 y 40 minutos (media de 31 minutos) tras acabar el test completo, incluida medición de la función pulmonar.

IV.2.4. Síntomas con el ejercicio.

IV.2.4.1. Síntomas cuantificados al final del ejercicio.

Los síntomas referidos por los niños y por los padres durante el ejercicio valorados, en una escala ordinal de Likert, del 0 al 3 (donde 0 equivale a nada; 1 a muy poco; 2 moderado; 3 importante) se muestran en la **Figura 19**.

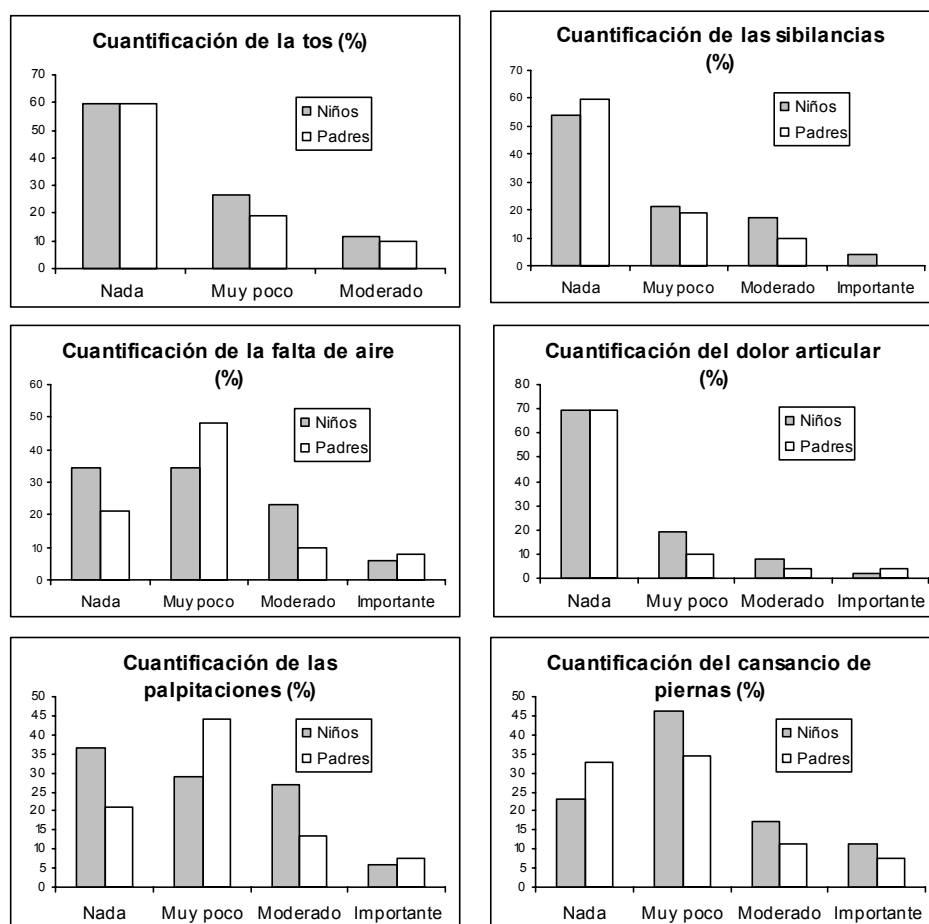


Figura 19. Síntomas durante el ejercicio manifestados por los padres y por los hijos expresado en porcentaje.

IV.2.4.2. Disnea referida por los niños.

La disnea basal media referida por los niños fue de $0,821 \pm 1,20$ (rango 0-5). El valor máximo de disnea medio cuantificado por los niños fue de $2,904 \pm 2,0676$ (rango 0-10). El cambio de Borg (diferencia entre el Borg máximo y el Borg basal) medio fue de $2,006 \pm 1,9296$ (rango (-)3,5 - 9).

El histograma con la distribución de la cuantificación de la disnea (valor de Borg máximo y CB) se muestra en la siguiente representación gráfica.

Figura 20.

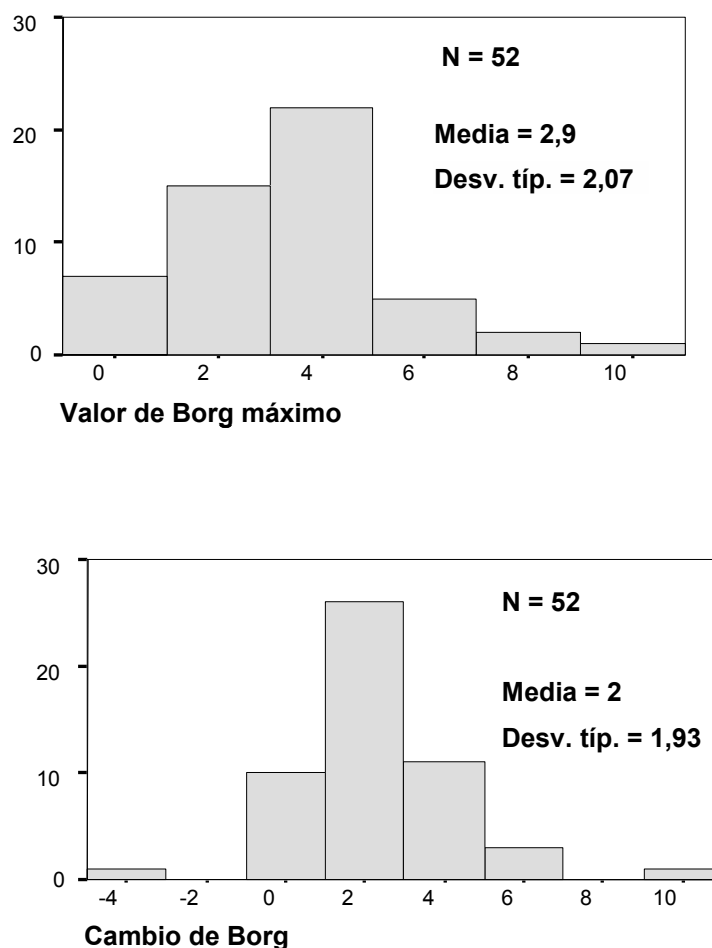


Figura 20. Cuantificación de la disnea (Valor de Borg máximo y CB).

IV.3. Análisis de los datos generales en la muestra global.

Para comprobar la influencia de las diferentes variables entre sí en la muestra global (el sexo, gravedad y tiempo de evolución del asma, el nivel de actividad física y la ansiedad) y evitar posibles factores de confusión se han llevado a cabo diferentes comparaciones.

Como se detalla en la **Tabla 8**, al valorar la influencia del sexo en las variables estudiadas no se encontraron diferencias significativas.

	Hombre	Mujer	p
Edad (años)	11,49±2,37	11,64±2,50	0,824
Tiempo de evolución del asma (años)	7,09±3,03	6,83±3,50	0,774
STAIC-E	28,87±5,80	28,47±5,19	0,803
STAIC-R	33,23±4,94	33,36±4,94	0,926
IMC	20,10±3,76	20,44±3,01	0,735
Función pulmonar basal	97,51±11,27	97,29±11,76	0,945
Disnea basal	1,08±1,42	0,43±0,63	0,190 (U M-W)

Tabla 8. Diferencias entre sexos (valores expresados como Media y DT).

Respecto a la gravedad del asma tampoco hubo diferencias significativas al valorar el sexo, la edad, el tiempo de evolución, el nivel de ansiedad estado/rasgo, IMC o el nivel de actividad física (NAF). **Tabla 9.**

		Episódica ocasional	Episódica frecuente	Persistente moderada	Persistente grave	p
Sexo (varón/mujer)		(5 / 4)	(10 / 8)	(15 / 8)	(1 / 1)	0,905
Edad		11,40±1,99	11,15±2,45	11,87±2,40	12,14±5,26	0,801
Tiempo de evolución		6,33±2,87	7,05±3,36	7,19±3,08	7,0007±0,07	0,928
STAIC-E		28,11±4,16	31,44±6,95	27,17±3,98	24,50±3,53	0,053
STAIC-R		33,50±5,37	32,88±4,72	32,72±4,50	42,00±1,41	0,075
IMC		19,39±3,08	19,65±4,00	21,00±3,26	20,54±0,86	0,546
NAF	1.	0	0	1	0	0,604
	2.	0	3	7	1	
	3.	5	8	9	0	
	4.	4	7	6	1	

Tabla 9. Diferencias según la gravedad del asma, en la muestra total. Datos expresados como media \pm desviación estándar o como número de pacientes. NAF- nivel de actividad física (1 *Incapacidad para hacer ejercicio*; 2 *Menor de lo habitual*; 3 *Habitual*; 4 *Mejor de lo habitual*).

Al valorar el nivel de actividad física, como se muestra en la **Tabla 10**, sólo se han encontrado diferencias significativas en la puntuación de Ansiedad-Rasgo. Se ha utilizado el test estadístico ANOVA detectándose una p significativa, que demuestra que el STAIC-Rasgo es mayor en niños que refieren tener una forma física menor de la habitual, frente a los que refieren tener una mayor forma física de la habitual.

	Incapacidad para hacer ejercicio	Menor de lo habitual	Habitual	Mejor de lo habitual	p
Sexo (varón/mujer)	(0 / 1)	(5 / 6)	(12 / 10)	(14 / 4)	0,165
Edad (años)	13,89	12,41±2,76	11,22±2,41	11,29±2,14	0,406
Tiempo de evolución	11,00	7,77±3,31	6,95±2,98	6,33±3,39	0,404
Función pulmonar basal	100,29	92,67±9,42	101,29±11,38	95,44±11,67	0,165
STAIC-E	27,00	26,90±4,65	29,40±6,57	29,05±4,69	0,651
STAIC-R		36,54±5,66	32,66±4,36	31,94±4,27	0,035
IMC	21,163	21,33±2,39	20,59±3,83	19,10±3,45	0,348

Tabla 10. Diferencias según el nivel de forma física en la muestra total.

	Menor de lo habitual	Habitual	Mejor de lo habitual	F	p	Post hoc
STAIC-R	36,54±5,66	32,66±4,36	31,94±4,27	3,601	0,035	1≠3

Datos expresados como media ± desviación estándar. Valor de p calculado mediante ANOVA.

Prueba post hoc, ≠ diferencias entre grupos, 1: menor de lo habitual; 3: mejor de lo habitual.

No se ha encontrado ninguna relación entre la edad y el nivel de ansiedad estado rasgo STAIC-E /STAIC-R (coeficiente correlación Spearman con una significación p 0,952 y 0,512 respectivamente). Tampoco respecto al tiempo de evolución.

IV.4. Estudio de la positividad del test esfuerzo.

IV.4.1. Factores que podrían influir en la positividad del test

Se han analizado las diferencias entre las variables recogidas (tanto cuantitativas como cualitativas) tomando como variable de agrupación la positividad del test (con los distintos puntos de corte).

IV.4.1.1. Influencia del grado de esfuerzo en la positividad

Respecto a las variables que orientan sobre el grado de esfuerzo, tras realizar la prueba de la *t de Student* o la *U de Mann-Whitney* según fuera pertinente, no se han encontrado diferencias significativas entre la positividad del test (con puntos de corte de 10, 13 o 15%) y la FC máxima obtenida, el % de FCM obtenida, la inclinación, velocidad, km recorridos o METs, según se refleja en la siguiente representación gráfica. **Figura 21 a y b.**

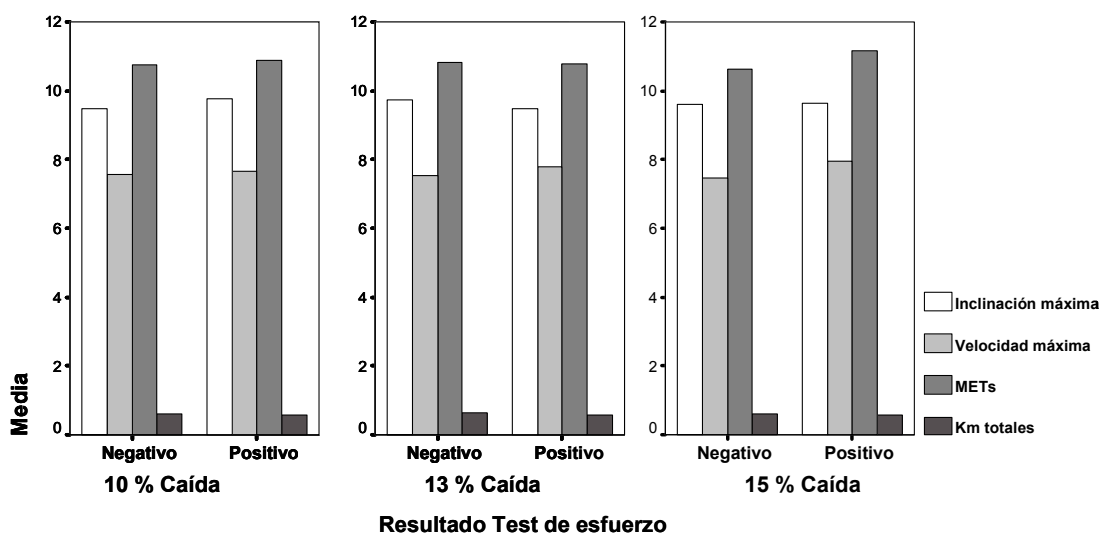


Figura 21 a

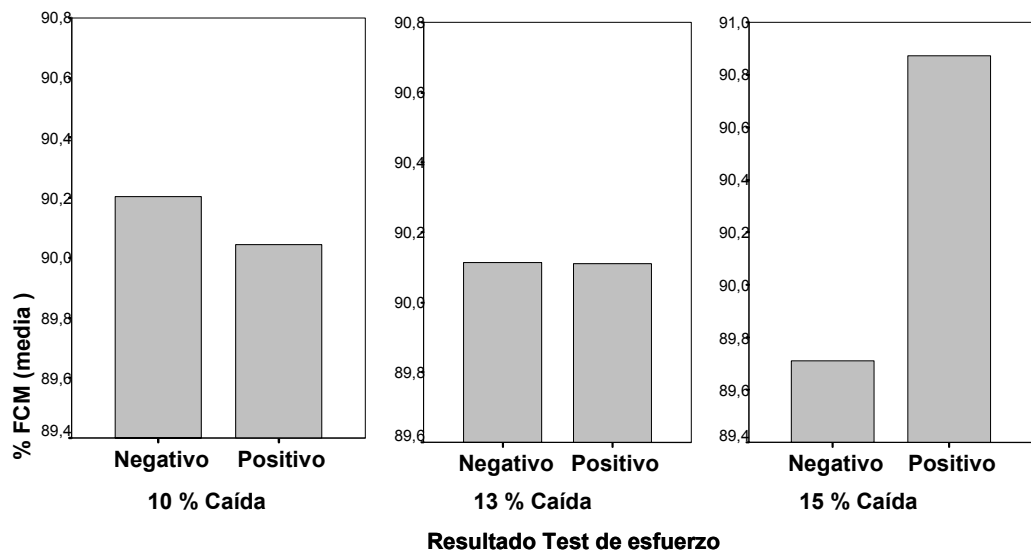


Figura 21 b

Figura 21 a y b. Diferencias en el grado de esfuerzo según la positividad del test.

Al realizar la prueba de la χ^2 relacionando la positividad del test y el % de FC máxima obtenida distribuido en rangos (según la FC obtenida fuera menor del 80% respecto a la FCM teórica para la edad, entre el 80 y el 84%, entre el 85 y 89%, el 90 y 94% y mayor del 95%) no se ha encontrado significación. Ni siquiera al hacer comparaciones entre el grupo de pacientes con una sobrecarga cardiaca mayor del 95% y entre el 85 y 89%.

Para valorar el grado de esfuerzo conseguido de manera más exhaustiva se ha decidido segmentar la muestra en aquellos niños que alcanzaron más de un 90% de aumento de FC respecto al teórico para la edad y los que no, sin que hubiera tampoco diferencias en la positividad del test.

Figura 22.

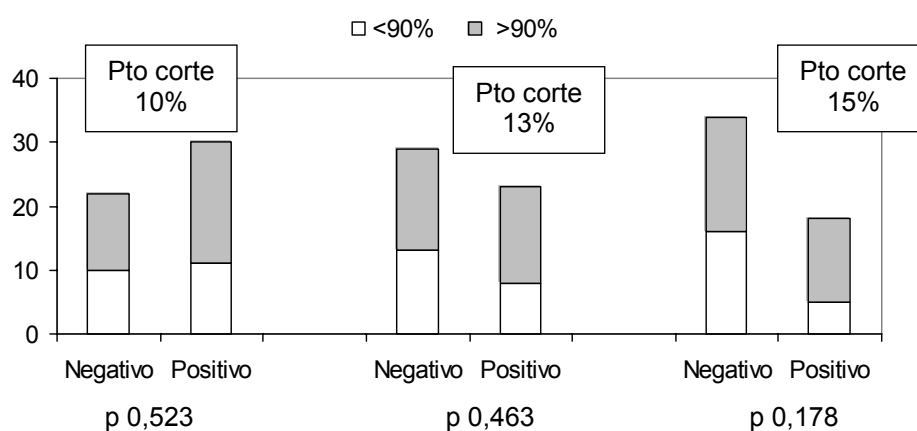


Figura 22. Resultado del test según los distintos puntos de corte de reducción del FEV₁ relacionado con el % FC alcanzado sobre la teórica FC máxima (mayor o menor del 90%).

IV.4.1.2. Influencia de la función pulmonar y disnea basal en la positividad.

Tras valorar si los pacientes con una menor función pulmonar basal o que referían una disnea inicial mayor presentaron hiperrespuesta bronquial se obtuvieron los siguientes resultados.

Al realizar una comparación para muestras independientes tomando como variable de agrupación la positividad del test (con los distintos puntos de corte) y contrastarlo con el valor de la función pulmonar basal o la disnea basal no encontramos diferencias significativas. **Tablas 11 y 12.**

Punto de corte	Test negativo	Test positivo	p
10% caída del FEV ₁	99,23 ±11,86	96,10±11,86	0,33
13% caída del FEV ₁	98,51 ±10,63	96,05±12,32	0,45
15% caída del FEV ₁	97,70 ±10,80	96,90±12,65	0,81

Tabla 11. Valores de la función pulmonar basal (*FEV₁*) según la positividad del test, considerando un punto de corte una caída del 10, 13 o 15%. Test de Student para muestras independientes, (Media ± DT).

Punto de corte	Test negativo	Test positivo	p
10% caída del FEV ₁	0,75 ±0,92	0,87±1,38	0,937
13% caída del FEV ₁	1,08±1,42	0,48±0,74	0,280
15% caída del FEV ₁	0,94±1,36	0,59±0,80	0,927

Tabla 12. Valores de la disnea basal (*Borg inicial*) según la positividad del test, considerando un punto de corte una caída del 10, 13 o 15% del FEV₁. Prueba de Mann-Whitney para muestras independientes, (Media ± DT).

IV.4.1.3. Influencia de los antecedentes personales en la positividad.

En cuanto al *número de ingresos, número ingresos en UCI, número de visitas a urgencias el último año y gravedad del asma* no hubo diferencias significativas según existiera o no hiperrespuesta bronquial.

Tampoco respecto al *tiempo de evolución del asma* ni al *nivel de actividad física* habitual referida.

IV.4.1.4. Influencia de la edad, sexo, IMC y nivel de ansiedad en la positividad del test.

Al estudiar la edad y la positividad del test, se han encontrado diferencias al considerar un punto de corte del 15%, de manera que se encontraron más test positivos en niños más mayores, con un valor de p menor de 0,05. **Tabla 13.**

Punto de corte	Test negativo	Test positivo	p
10% caída del FEV ₁	10,80±2,31	12,10±2,35	0,052
13% caída del FEV ₁	11,08±2,16	12,15±2,59	0,647
15% caída del FEV ₁	10,83±2,20	12,92±2,20	0,003

Tabla 13. Diferencias en la edad según la positividad del test.

No se han encontrado diferencias en la positividad del test respecto al sexo como se muestra en la **Figura 23.**

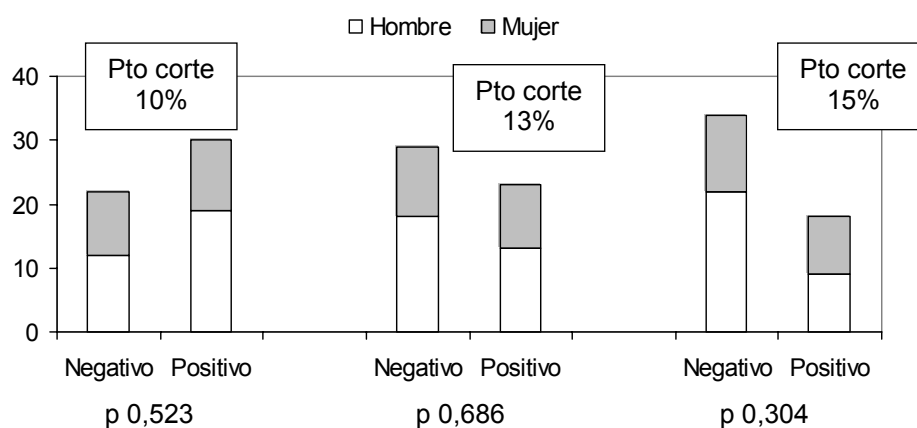


Figura 23. Diferencias en la positividad del test según el sexo.

Se ha planteado que los niños con obesidad, sobrepeso podrían presentar una mayor prevalencia de hiperrespuesta bronquial. En nuestra muestra al estudiar el IMC y la positividad del test se ha encontrado que los niños con test positivo han presentado mayor IMC. Aunque sólo había diferencias significativas al considerar un punto de corte menos estricto (10%), de manera que los niños con mayor IMC presentaron mayor positividad del test. **Tabla 14.**

Punto de corte	Test negativo	Test positivo	p
10% caída del FEV ₁	19,14±2,98	21,05±3,60	0,047
13% caída del FEV ₁	20,04±3,71	20,49±3,16	0,113
15% caída del FEV ₁	19,70±3,58	21,25±3,03	0,125

Tabla 14. Diferencias en el IMC según el resultado de la prueba de esfuerzo.

Al valorar si los pacientes con el test positivo presentaban mayor ansiedad, se ha encontrado que no; los pacientes con test positivo han presentado menores puntuaciones en el STAIC-E / R.

No se han hallado diferencias entre los valores del *STAIC-E* al considerar la positividad del test con cualquier punto de corte. Sí se detectaron diferencias en los valores del *STAIC-R* según la positividad del test al considerar un punto de corte del 15% de caída del FEV₁ con valores más altos en pacientes con test negativo (más tendencia a ansiedad como rasgo) con una significación $p=0,043$. **Tabla 15.**

STAIC-E

Punto de corte	Test negativo	Test positivo	p
10% caída del FEV ₁	29,77±0,44	27,93±4,68	0,238
13% caída del FEV ₁	29,72±5,75	27,43±5,03	0,139
15% caída del FEV ₁	29,35±5,68	27,50±5,10	0,253

STAIC-R

Punto de corte	Test negativo	Test positivo	p
10% caída del FEV ₁	33,81±4,71	32,85±5,08	0,498
13% caída del FEV ₁	33,96±4,46	32,45±5,36	0,288
15% caída del FEV ₁	34,31±4,63	31,35±4,92	0,043

Tabla 15. Diferencias en el grado de ansiedad según la positividad del test.

IV.5. Análisis de los síntomas durante el test esfuerzo.

Se ha estudiado la relación entre los síntomas cuantificados por los niños y la disnea referida, los datos de función pulmonar y la positividad del test.

IV.5.1. Correlación entre la puntuación de los síntomas referidos por los niños y la función pulmonar y disnea.

Al estudiar la correlación entre los síntomas referidos por los niños durante el test de esfuerzo con las variables máxima caída del FEV₁ y FEV₁ basal no se ha encontrado significación. Por lo que la intensidad de los síntomas no guarda relación con la caída de la función pulmonar ni con la función pulmonar inicial. **Tabla 16.**

Síntomas	Máxima caída del FEV ₁		Función pulmonar basal	
	Coeficiente correlación (r _s)	P	Coeficiente correlación (r _s)	P
Tos	0,209	,141	0,046	,749
Sibilancias	0,252	,078	0,197	,171
Falta de aire	0,269	,056	0,195	,171
Dolor Articular	-0,102	,476	-0,020	,888
Dolor de cabeza	0,225	,112	0,123	,388
Palpitaciones	0,081	,573	0,193	,174
Cansancio de piernas	0,174	,222	0,082	,568

Tabla 16. Correlaciones Spearman entre los síntomas referidos por los niños y la función pulmonar (máxima caída del FEV₁ y función pulmonar basal).

Respecto a la cuantificación de la disnea (valor de Borg máximo y el CB) se ha obtenido una correlación significativa sólo entre algunos síntomas y el valor de Borg máximo y el cambio de Borg.

Se ha encontrado una correlación significativa entre el Borg máximo referido por los niños y la cuantificación de la tos, sibilancias, falta de aire, palpitaciones y cansancio de piernas, no con el dolor articular o dolor de cabeza. Igual sucedió con los valores del CB. Los síntomas que han tenido una relación mayor con la disnea han sido la falta de aire y las sibilancias. El siguiente síntoma con mejor relación ha sido la presencia de palpitaciones. Los resultados se exponen en la **Tabla 17**.

Síntomas	Borg máximo		Cambio de Borg	
	Coeficiente correlación (r_s)	P	Coeficiente correlación (r_s)	P
Tos	0,325	0,020	0,401	0,004
Sibilancias	0,414	0,003	0,483	< 0,001
Falta de aire	0,576	< 0,001	0,601	< 0,001
Dolor Articular	0,185	0,194	0,128	0,370
Dolor de cabeza	0,207	0,146	0,093	0,518
Palpitaciones	0,342	0,014	0,478	< 0,001
Cansancio de piernas	0,362	0,009	0,393	0,004

Tabla 17. Correlaciones Spearman entre el valor del Borg máximo y el CB y los síntomas referidos por los niños.

IV.5.2.Diferencias en la cuantificación de los síntomas según la positividad del test.

Todos los síntomas fueron cuantificados como más intensos por aquellos niños con una prueba de esfuerzo positiva. Sin embargo al considerar los síntomas referidos por los niños según el resultado del test, las diferencias no han sido significativas utilizando un punto de corte del 10 o del 13 % de caída del FEV₁. Al considerar un punto de corte más restrictivo, del 15%, las diferencias en la cuantificación de las sibilancias y el cansancio de piernas sí han sido más altas en los pacientes con test positivo de manera significativa.

Tabla 18.

Síntomas niños	Resultado test	Media \pm DT	p
Tos	negativo	0,39 \pm 0,65	0,089
	positivo	0,72 \pm 0,75	
Sibilancias	negativo	0,52 \pm 0,87	0,026
	positivo	1,06 \pm 0,89	
Falta de aire	negativo	0,82 \pm 0,84	0,061
	positivo	1,33 \pm 0,97	
Dolor Articular	negativo	0,36 \pm 0,60	0,931
	positivo	0,50 \pm 0,92	
Dolor Cabeza	negativo	0,30 \pm 0,72	0,242
	positivo	0,56 \pm 0,98	
Palpitaciones	negativo	0,91 \pm 0,94	0,233
	positivo	1,22 \pm 0,94	
Cansancio piernas	negativo	0,94 \pm 0,74	0,027
	positivo	1,61 \pm 1,09	

Tabla 18. Prueba U de Mann-Whitney, diferencias en los síntomas referidos por los niños según la positividad del test, considerando un punto de corte del 15%.

IV.6. Estudio del valor máximo de Borg, CB referido por los niños y la máxima caída del FEV₁.

IV.6.1. Factores que podrían influir en el Borg máximo, CB y caída máxima del FEV₁.

Antes de analizar la relación entre la puntuación de la disnea y la caída máxima de la función pulmonar se ha analizado la influencia de las distintas variables en la cuantificación de la disnea (Borg máximo y CB) y la reducción del FEV₁.

IV.6.1.1. Influencia del sexo, edad, IMC, nivel de ansiedad y nivel de actividad física.

Al considerar el sexo no encontramos diferencias significativas en el valor de Borg máximo (p 0,635), en el cambio de Borg (p 0,053) o en la caída máxima del FEV₁ (p 0,300) aunque todos los valores fueron mayores en las mujeres. **Tabla 19 y Figura 22.**

	SEXO	N	Media
Valor Borg máximo	Hombre	31	2,790±2,0074
	Mujer	21	3,071±2,1925
Cambio de Borg	Hombre	31	1,581±1,7034
	Mujer	21	2,633±2,1091
Máx caída del FEV	Hombre	31	13,2884±10,46411
	Mujer	21	16,9857±15,03889

Tabla 19. Diferencias en la disnea y la caída de la función pulmonar según el sexo.

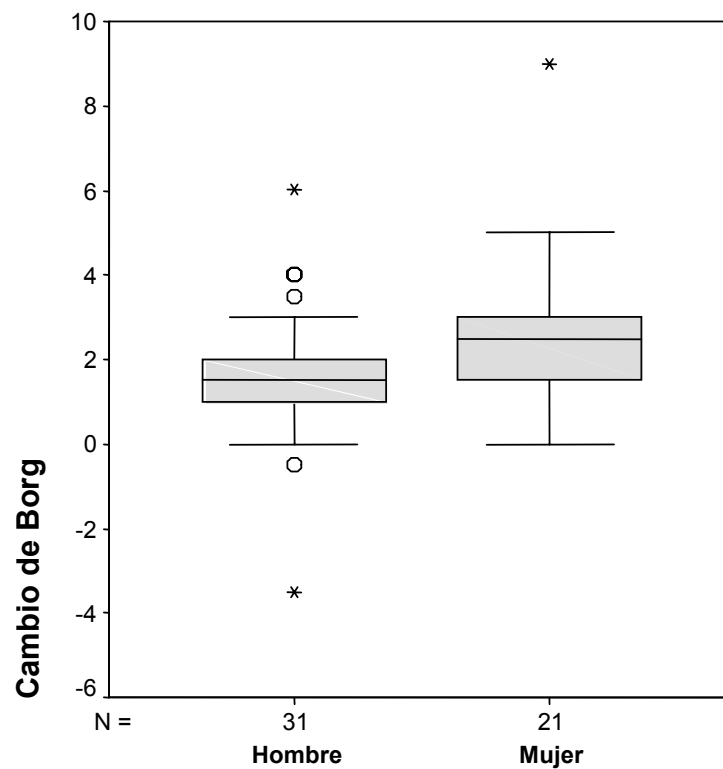


Figura 22. Diferencias en el CB según el sexo.

La regresión lineal del Borg máximo, el CB y la máxima caída del FEV_1 con la edad ha mostrado los siguientes valores: **Tabla 20**.

	R	R²	P
Edad y Cambio de Borg	0,208	0,04	0,139
Edad y Borg máximo	0,263	0,06	0,060
Edad y caída máxima FEV_1	0,329	0,10	0,017

Tabla 20. Correlaciones de la disnea y la caída de la función pulmonar con la edad.

Aunque no se ha encontrado relación entre la cuantificación de disnea y la edad; sí se ha encontrado con la máxima caída del FEV₁, con la siguiente representación gráfica. **Figura 23.**

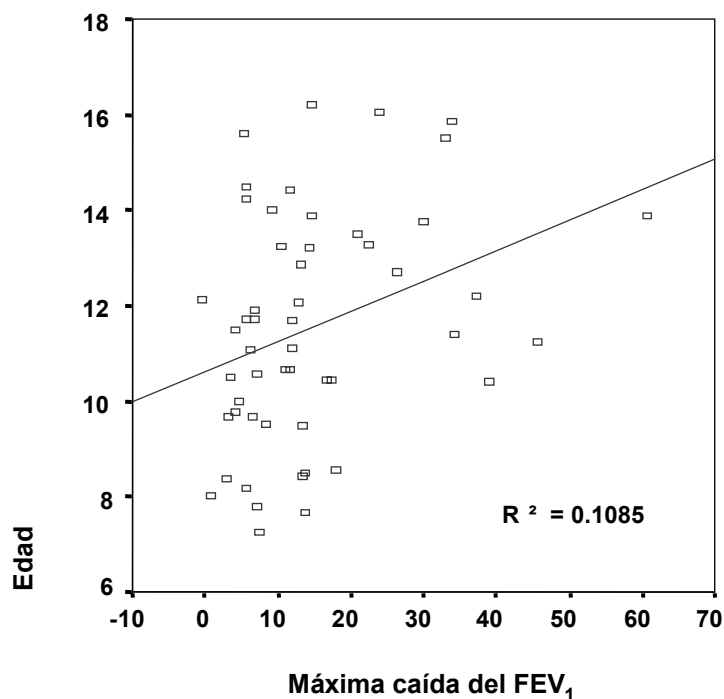


Figura 23. Regresión lineal Edad- Máxima caída del FEV₁.

Al valorar el IMC en toda la muestra, se ha encontrado que sólo 4 pacientes presentaron sobrepeso (IMC >25): dos niños y dos niñas, que presentaron una caída máxima del FEV₁ del 11,52 y 12,10% los varones y del 29,99 y 9,10 % las mujeres.

Se ha observado una relación estadísticamente significativa entre el IMC y los valores máximos de percepción de la disnea y el cambio de Borg, aunque no entre el aumento del IMC y la caída del FEV₁. Los pacientes con mayor IMC han presentado mayor cuantificación de la disnea sin que la reducción de su función pulmonar fuera mayor. Los valores y las representaciones gráficas se muestran en la **Tabla 21** y en la **Figura 24**.

	R	R²	P
IMC y Cambio de Borg	0,323	0,10	0,020
IMC y Borg máximo	0,305	0,09	0,028
IMC y caída máxima FEV₁	0,248	0,06	0,076

Tabla 21. Correlaciones de la disnea y la caída de la función pulmonar con el IMC.

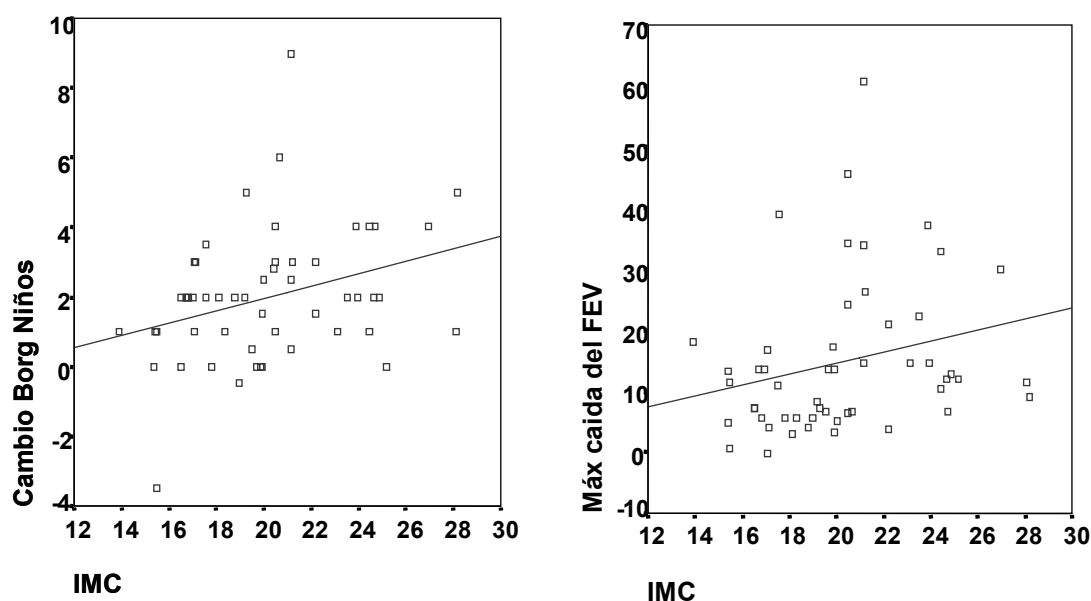


Figura 24. Diagrama de regresión simple IMC-CB en niños / IMC–reducción del FEV₁.

A pesar de haberse descrito la influencia de la ansiedad en la percepción de disnea, no se ha encontrado en la muestra correlación significativa entre el nivel de ansiedad estado/rasgo y el valor de Borg máximo, CB o caída máxima del FEV₁ como se muestra en la **Tabla 22**.

	R	R²	P
STAIC-E y Cambio de Borg	0,065	0,004	0,648
STAIC-E y Borg máximo	0,150	0,022	0,289
STAIC-E y caída máxima FEV₁	0,090	0,008	0,526
STAIC-R y Cambio de Borg	0,093	0,009	0,523
STAIC-R y Borg máximo	0,122	0,015	0,403
STAIC-R y caída máxima FEV₁	0,179	0,032	0,219

Tabla 22. Correlación de la disnea y caída de la función pulmonar con la ansiedad.

Al comparar el nivel de actividad física con el CB, el valor Borg máximo referido por los niños y la máxima caída del FEV₁ tampoco se ha hallado significación estadística.

IV.6.1.2. Influencia del tiempo de evolución, gravedad del asma, función pulmonar inicial y disnea basal.

Respecto al tiempo de evolución del asma sólo se ha encontrado una relación estadísticamente significativa con el valor de Borg máximo. **Tabla 23.**

	R	R²	P
Tiempo evolución y CB	0,144	0,02	0,309
Tiempo evolución y Borg máximo	0,317	0,10	0,022
Tiempo evolución y caída máxima FEV₁	0,209	0,04	0,137

Tabla 23. Correlación de la disnea y caída de la función pulmonar con el tiempo de evolución del asma.

Al valorar la influencia de la gravedad del asma en la disnea y la caída de función pulmonar no se han obtenido diferencias significativas en ninguna de las tres variables estudiadas: el cambio de Borg (p 0,958), el valor de Borg máximo (p 0,921) o en la reducción del FEV₁ (p 0,075). En la **Figura 25** se representa la mediana del CB según la gravedad del asma.

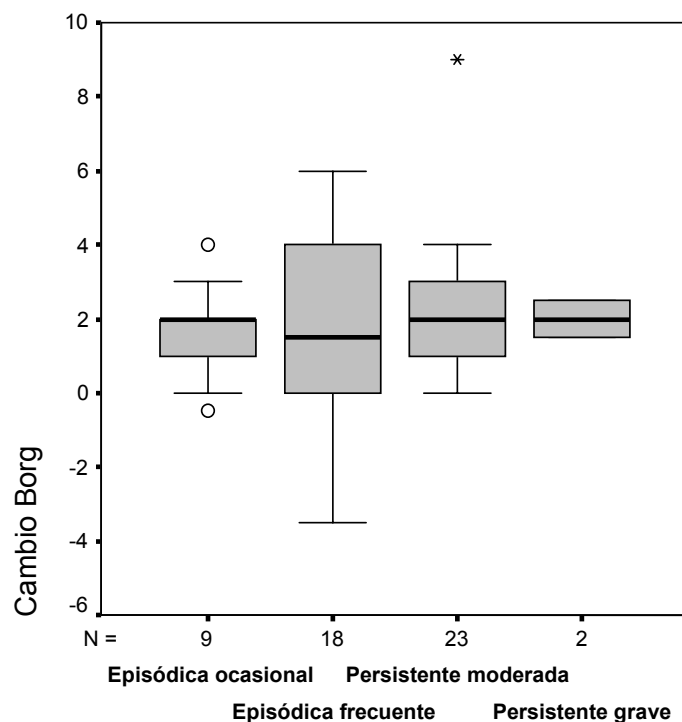


Figura 25. Gravedad del asma y CB.

No se ha encontrado relación significativa entre la función pulmonar basal y el valor de Borg max (p 0,279) o el cambio Borg (p 0,196).

En algunos trabajos se ha planteado que aquellos pacientes con mayor hiperrespuesta bronquial son aquellos que presentan broncoconstricción inicial, una peor función pulmonar basal. En la muestra estudiada no se ha encontrado correlación entre la función pulmonar basal y la máxima caída del FEV₁ ($p=0,461$).

No se ha encontrado correlación entre la disnea basal (Borg 0) y el CB o la máxima caída de la función pulmonar, aunque sí con el Borg máximo referido ($p<0,001$), los resultados se exponen en la siguiente representación gráfica. **Figura 26.**

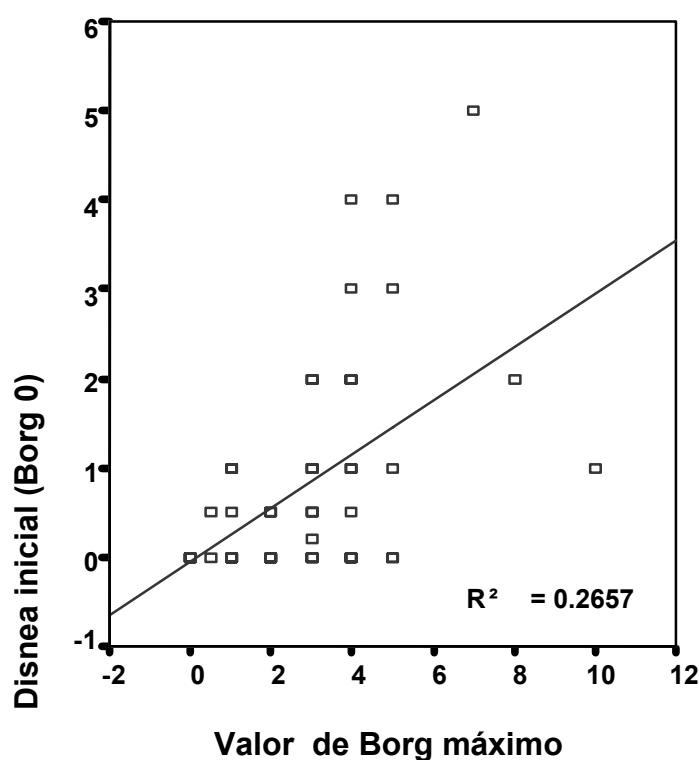


Figura 26. Diagrama de dispersión Borg inicial-Borg máximo.

IV.6.2.Relación del Borg máximo y del Cambio de Borg con la máxima caída del FEV₁.

Representamos gráficamente la relación entre la disnea y la reducción del FEV₁ y se aprecia un aumento de la cuantificación de la disnea a medida que aumenta la caída de la función pulmonar.

Al realizar la regresión lineal del CB teniendo en cuenta la máxima caída del FEV₁ se obtiene una relación significativa entre el valor del CB referido por los niños y la caída del FEV₁ con una $r = 0,528$ ($r^2 = 0,278$) ($p < 0,001$) **Tabla 24** y la siguiente representación gráfica. **Figura 27.**

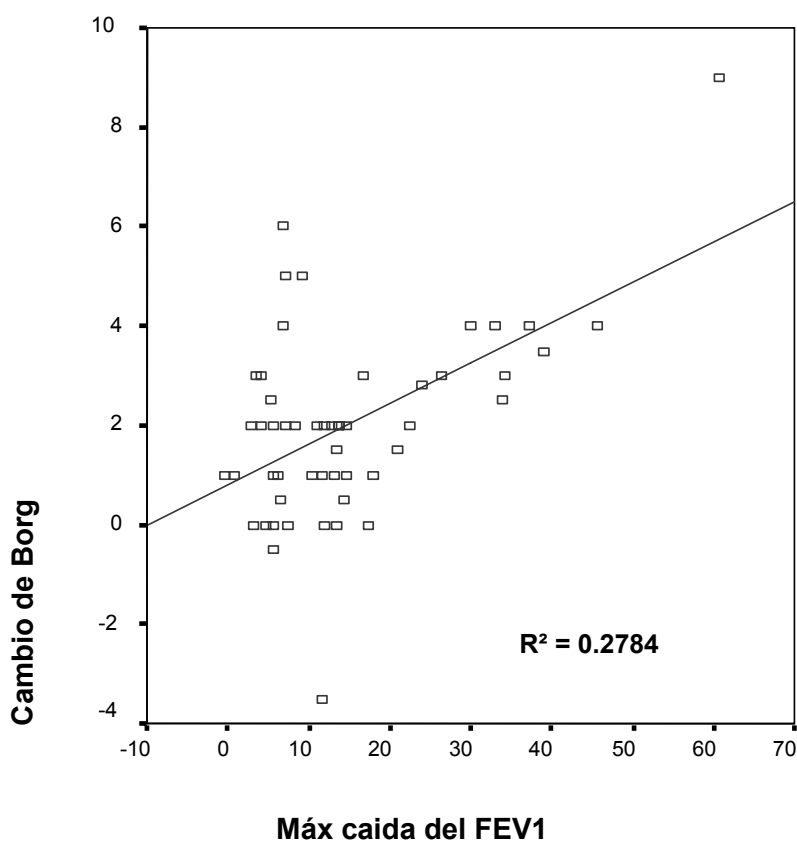


Figura 27. Diagrama de dispersión simple entre el CB y la caída de la función pulmonar.

Variable	B	D.T.	Beta	t	p
Constante	0,803	0,357		2,246	,029
Máx caída FEV ₁	0,081	0,019	0,528	4,393	<,001

Tabla 24. Coeficientes y significación estadística de regresión lineal máxima caída FEV₁-CB en niños

También se ha observado una correlación significativa, aunque peor, entre el valor del Borg máximo referido por los niños y la caída del FEV₁ con una $r = 0,388$ ($r^2 = 0,15$) ($p 0,004$). **Figura 28.**

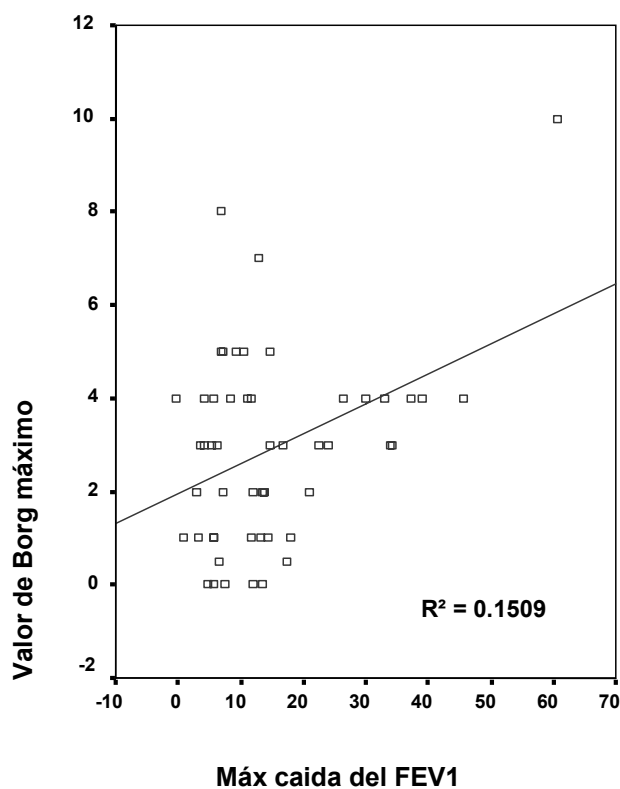


Figura 28. Diagrama de dispersión simple entre la disnea máxima y la caída de la función pulmonar.

IV.6.2.1. Diferencias según el resultado del test de esfuerzo.

Si se segmenta la muestra en pacientes con test positivo o negativo (según los distintos puntos de corte de caída del FEV₁ del 10, 13 o 15%) se observa que esta correlación sólo se mantiene en los pacientes con test positivo, siendo mejor la correlación al considerarse un punto de corte de caída del FEV₁ del 15% con una $r = 0,885$ ($r^2 = 0,78$). **Figura 29.** En la **Tabla 25** se exponen los valores.

	R	R²	P
Test negativo (10% caída del FEV₁)	0,338	0,11	0,12
Test positivo (10% caída del FEV₁)	0,811	0,65	<0,001
Test negativo (13% caída del FEV₁)	0,073	0,00	0,70
Test positivo (13% caída del FEV₁)	0,878	0,77	0,001
Test negativo (15% caída del FEV₁)	0,096	0,00	0,59
Test positivo (15% caída del FEV₁)	0,885	0,78	0,001

Tabla 25. Correlación entre el CB y la caída del FEV₁ según la positividad del test.

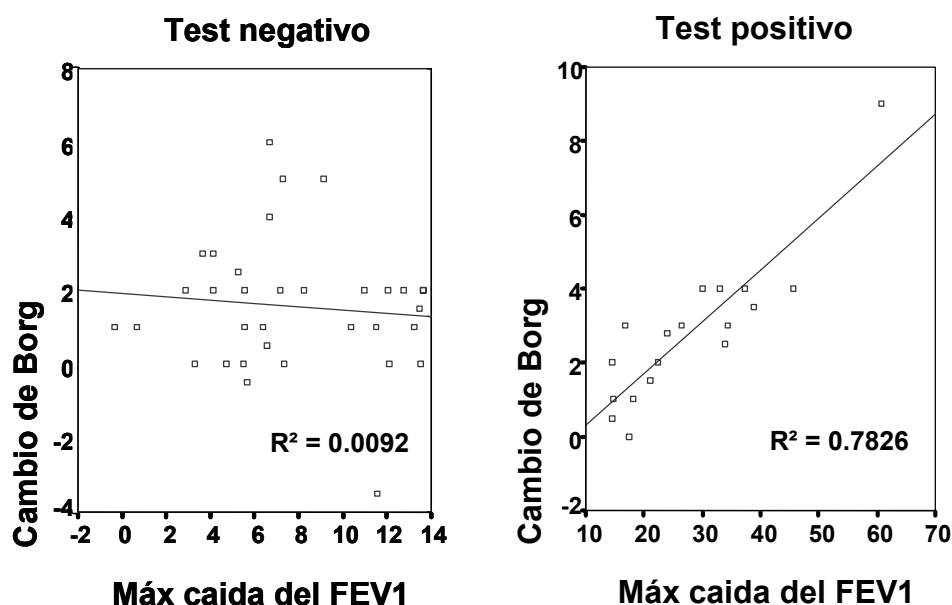


Figura 29. Regresión lineal en el grupo de pacientes con test negativo y positivo según un punto de corte de caída del FEV₁ del 15%.

IV.6.2.2. Diferencias según el sexo y el nivel de actividad física.

La relación lineal sigue siendo significativa al segmentar la muestra según el sexo (p 0,022 en el grupo Niños y 0,004 en el grupo Niñas). **Figura 30.**

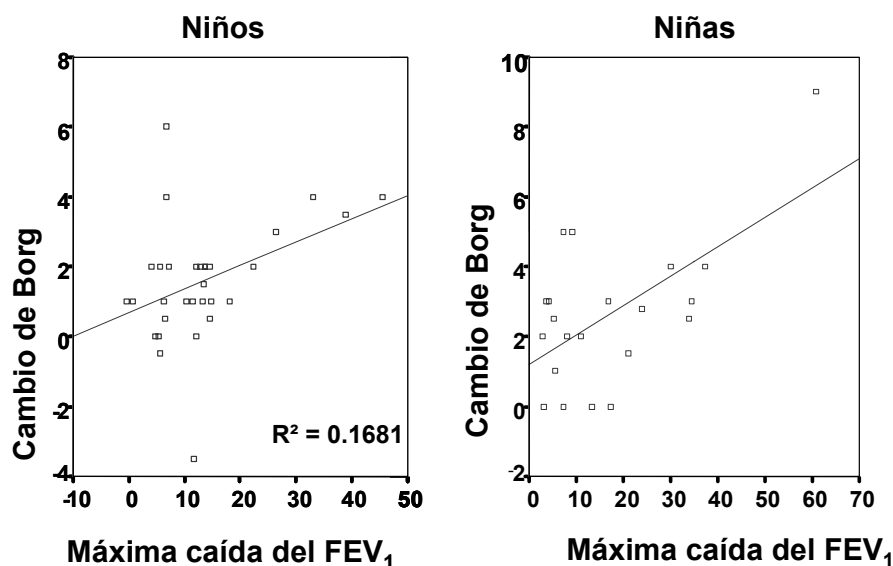


Figura 30. Regresión lineal entre el CB y la caída de la función pulmonar, según el sexo.

Respecto al nivel de actividad física sólo se mantuvo significativa la relación en los pacientes con mayor nivel de actividad física (mejor de lo habitual) ($r = 0,637$; $r^2 = 0,406$).

IV.6.2.3. Diferencias según la gravedad del asma.

Si segmentamos la muestra según la gravedad del asma esta relación sólo se mantiene significativa en los pacientes con asma persistente moderada ($r = 0,804$; $r^2 = 0,646$) y persistente grave.

IV.7. Análisis del momento de percepción de máxima disnea y el momento de máxima caída de la función pulmonar.

El momento de percepción de máxima disnea y de la máxima caída del FEV₁ expresado en minutos (respecto a la finalización de la carrera) se detallan en la **Tabla 26**.

Minuto Borg máximo Niños	Minuto Máxima caída del FEV
4,04 ± 5,69 (0 – 30)	8,49 ± 7,61 (3 – 30)

Tabla 26. Momento de máxima percepción de disnea y máxima caída de la función pulmonar.

IV.7.1.Relación entre el momento de la percepción de máxima disnea y caída de la función pulmonar.

Al realizar la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas obtenemos una diferencia significativa con un valor de $p < 0,001$ entre el momento de percepción de la disnea y el momento de la máxima caída de la función pulmonar, en la muestra global la percepción de la disnea precede a la caída de la función pulmonar. **Figura 31**.

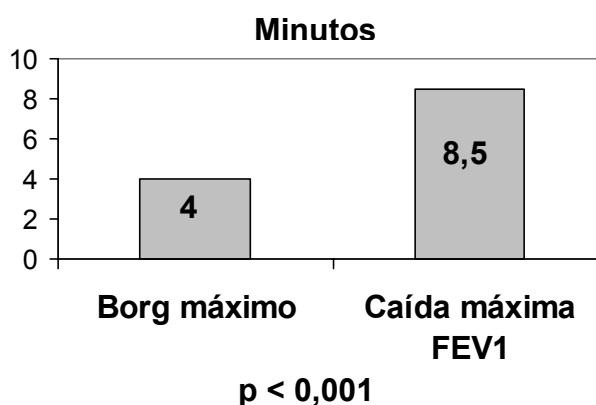


Figura 31. Minutos, tras acabar el ejercicio, de máxima disnea y máxima caída de función pulmonar.

No se ha obtenido una correlación significativa entre el momento de la máxima disnea percibida por los pacientes y el momento de mayor caída de la función pulmonar (FEV₁), independientemente de considerar el test de esfuerzo positivo o no (p 0,498).

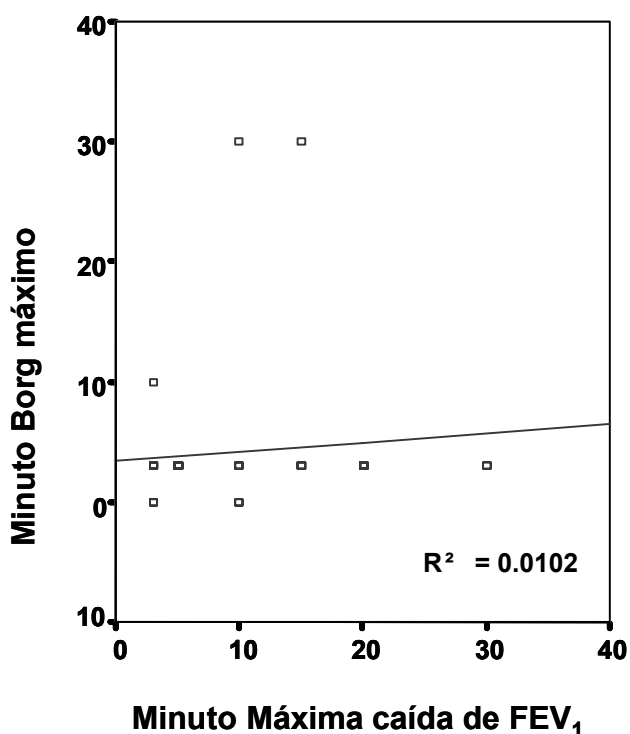


Figura 32. Relación entre el momento de percepción de máxima disnea y máxima caída de la función pulmonar.

Para valorar si la presencia de hiperrespuesta bronquial influye en la relación entre la percepción de la disnea y el momento de máxima caída del FEV₁ se ha segmentado la muestra según la positividad del test. Al segmentar la muestra según el test se considere positivo o negativo, con distintos puntos de corte, se obtienen los siguientes resultados al realizar la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas. **Tabla 27.**

	Minuto Borg máximo	Minuto Máxima caída del FEV₁	P
Test negativo (10% caída del FEV₁)	5,53± 8,67	11,84±8,09	0,030
Test positivo (10% caída del FEV₁)	3,04±1,57	6,21±6,47	0,010
Test negativo (13% caída del FEV₁)	4,80±7,64	11,16±8,62	0,007
Test positivo (13% caída del FEV₁)	3,18±1,65	5,45±4,90	0,049
Test negativo (15% caída del FEV₁)	4,55±7,10	10,62±8,56	0,004
Test positivo (15% caída del FEV₁)	3,22±1,83	5,06±4,00	0,088

Tabla 27. Relación entre el momento de máxima disnea y máxima caída del FEV₁ según la positividad del test (Media ± DT).

En los casos con un test de esfuerzo positivo, considerando la caída del FEV₁ del 15% como punto de corte, el momento de la máxima percepción de disnea no se diferencia significativamente respecto a la caída de la función pulmonar, es decir es más simultánea.

Al valorar a los pacientes según si hay o no hiperrespuesta bronquial se observa que en los pacientes con hiperrespuesta bronquial positiva la caída de la función pulmonar es más temprana, siendo más simultánea respecto al momento de percepción de máxima disnea.

IV.7.2. Influencia de la positividad del test en el momento de percepción.

Se ha valorado de manera aislada el momento de máxima percepción de disnea. Se realizó la prueba U de Mann-Whitney comparando el momento de máxima percepción de disnea según fuera el test de esfuerzo positivo o negativo sin que hubiera diferencias (independientemente del punto de corte establecido). **Tabla 28.**

	Test negativo	Test positivo	p
10% caída del FEV₁	5,53± 8,67	3,04±1,57	0,739
13% caída del FEV₁	4,80±7,64	3,18±1,65	0,743
15% caída del FEV₁	4,55±7,10	3,22±1,83	0,791

Tabla 28. Momento de máxima percepción de disnea según la positividad del test.

IV.7.3. Influencia de la gravedad del asma en el momento de percepción.

No se han encontrado diferencias en el momento de percepción de disnea, (ni en el momento de máxima caída de la función pulmonar) al tener en cuenta la gravedad del asma (p 0,900 y p 0,487 respectivamente).

IV.8. TIPOS DE PERCEPTORES DE DISNEA.

Para clasificar a los pacientes según el tipo de percepción de disnea, como se ha explicado previamente se ha calculado la recta de regresión del CB en función de la reducción del FEV₁. **Figura 12.** Después se han hallado los valores de los residuos brutos: la diferencia entre el CB que ha presentado el paciente y el teórico calculado a partir de la recta de regresión del CB sobre la caída de la función pulmonar.

El valor medio de los residuos brutos (las diferencias entre los valores del cambio de Borg pronosticados y los valores obtenidos en los niños, según la curva de regresión lineal obtenida en la muestra al relacionar el CB con la caída del FEV₁) fue de 0 como era de esperar, con un rango de (-5,24435 a 4,65207) y un percentil 25 y 75 de (-1,0069188 y 0,7143453 respectivamente. El histograma se muestra en la **Figura 33.**

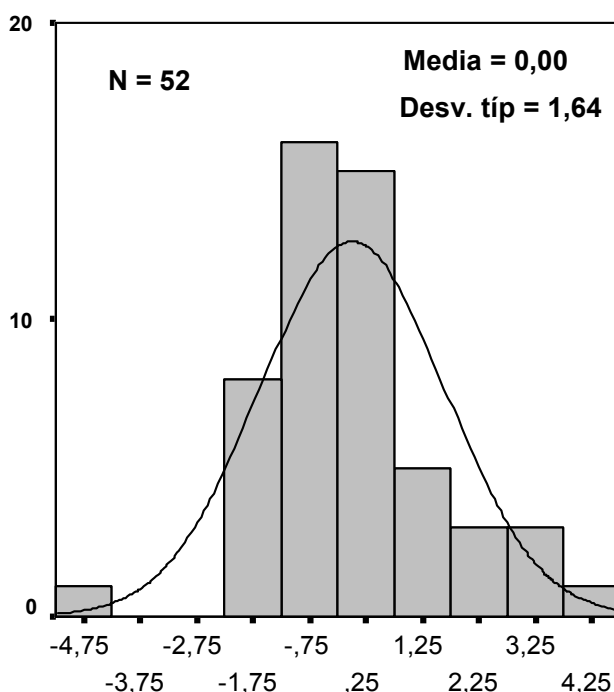


Figura 33. Valores de los residuos brutos.

Como ya se ha expuesto en material y métodos, en función de los valores de los percentiles 25 y 75 de los residuos brutos, se ha clasificado a los pacientes como buenos perceptores o normoperceptores (valores entre p25 y 75) y malos perceptores; éstos a su vez se clasificaron en hipoperceptores (valor del residuo bruto por debajo del p25) e hiperperceptores (valor del residuo bruto por encima del p75). Los resultados se exponen en las siguientes tablas. **Tabla 29.**

Tipo de percepción	Número de pacientes
Hipoperceptores, < p25	13
Normoperceptores, p 25- 50	26
Hiperperceptores, p>75	13

Hipoperceptores <p25	Normoperceptores p 25- 50	Hiperperceptores p>75
-1,7431119 ± 1,1152339	-0,1596934± 0,4704810	2,0624987± 1,3258235
Rango (-) 5,24435 - 1,00951	Rango (-) 0,99913 - 0,61544	Rango 0,74731 - 4,65207

Tabla 29. Clasificación según el tipo de percepción. Valores de los residuos brutos en cada grupo, datos expresados como media ± desviación estándar y rango.

Como ejemplo se ha seleccionado un paciente representativo de cada grupo. En la **Figura 34** se muestra la representación gráfica de la relación en cada paciente, entre la cuantificación de la disnea y la reducción de la función pulmonar durante la prueba de esfuerzo.

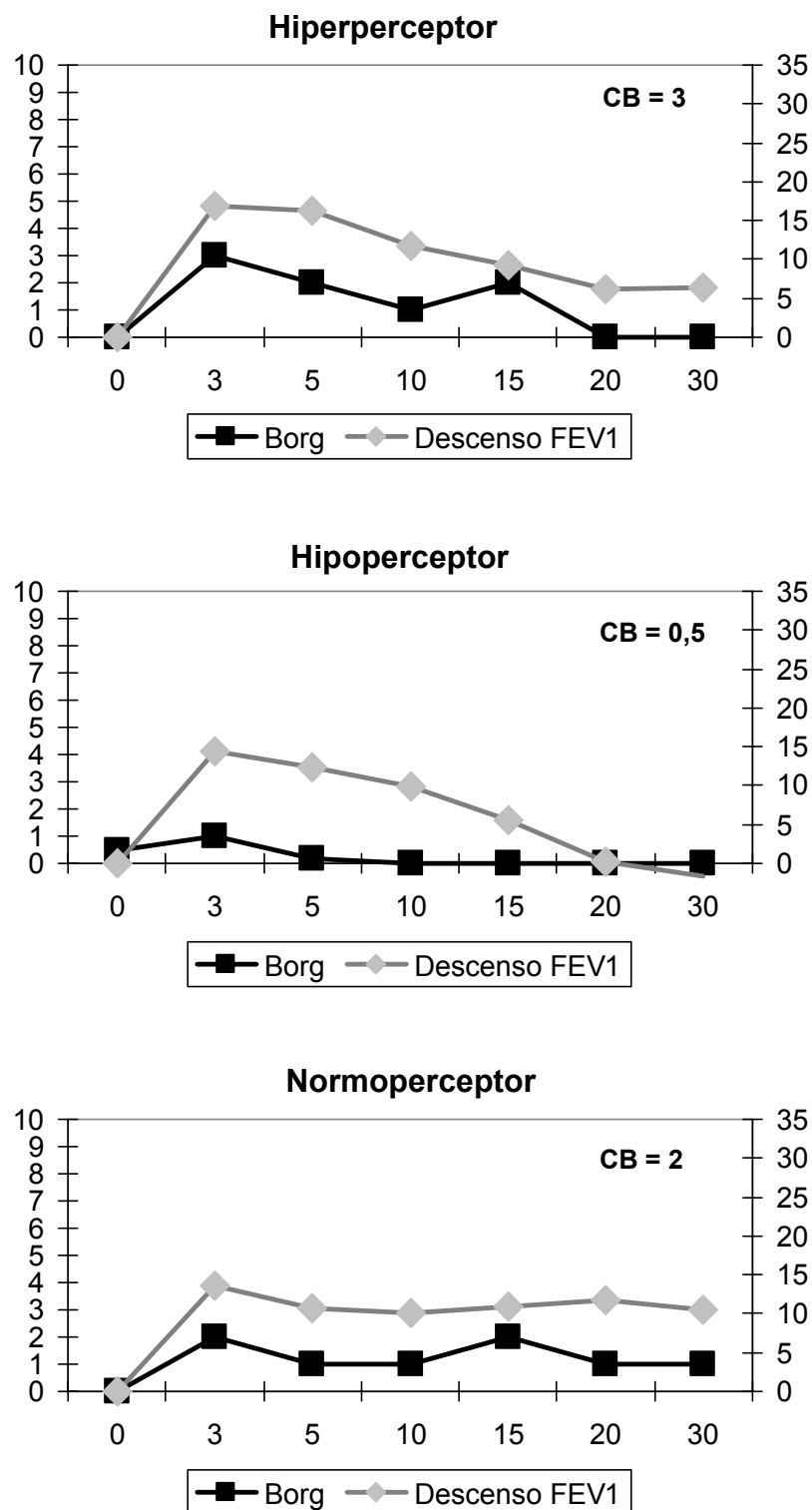


Figura 34. Representación de la caída del FEV₁ - Borg en los distintos tipos de perceptores. Ejemplos.

Para comprobar si la clasificación de la percepción era válida se ha estudiado la cuantificación de la disnea máxima (Borg máximo) y el CB en cada grupo. Efectivamente se han encontrado que los pacientes hiperperceptores de manera global presentaron mayor puntuación en la disnea. **Tabla 30 y Figura 35.**

	HIPOP.	NORMOP.	HIPERPERP.	p
Cambio Borg	0,115	2,012	3,88	<,001
Valor Borg máximo	1,038	3,019	4,53	<,001

	HIPOP.	NORMOP.	HIPERP.	F	Post hoc
Cambio Borg	0,115	2,012	3,88	23,196	1≠2≠3
Valor Borg máximo	1,038	3,019	4,53	14,29	1≠2≠3

Tabla 30. Disnea según la clasificación de la percepción realizada mediante el valor del residuo bruto.

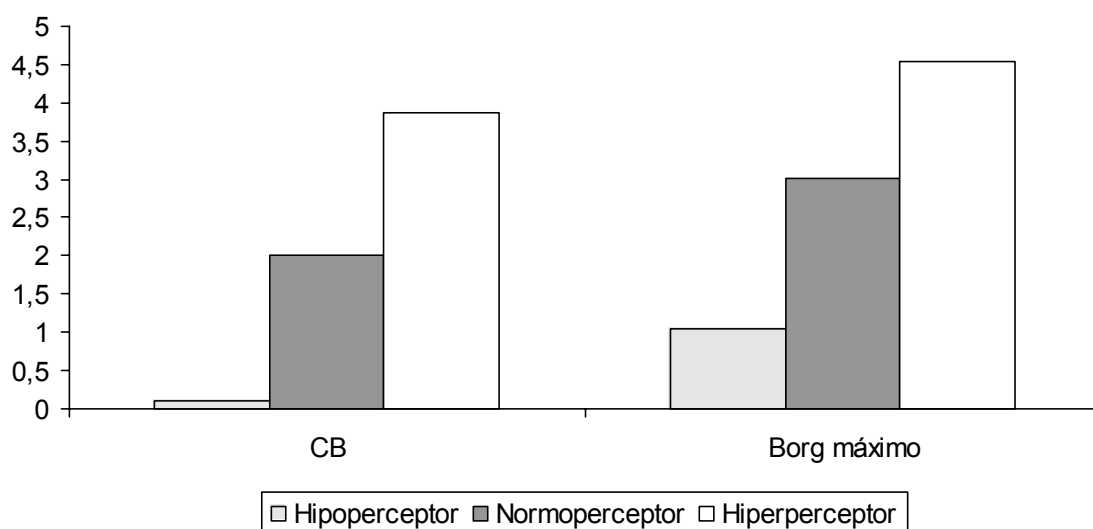


Figura 35. Disnea en cada grupo de pacientes (normo, hipo o hiperperceptores).

Se ha procedido después al estudio de las diferencias entre los tres grupos. Se ha valorado la influencia de variables generales (sexo, IMC, nivel de ansiedad y nivel de actividad física), la influencia de la propia enfermedad (el tiempo de evolución del asma, su gravedad, la función pulmonar y la disnea basal) y finalmente la influencia del grado de esfuerzo alcanzado durante la prueba y la presencia o no de un test positivo en cada grupo de pacientes (normo, hiper o hipoperceptores).

IV.8.1. Influencia del sexo, edad, IMC, nivel de ansiedad y nivel de actividad física en la percepción.

En algunos estudios ya citados se ha encontrado una tendencia en las mujeres a sobredimensionar los síntomas padecidos. En este trabajo se han encontrado diferencias significativas en la percepción de la disnea según el sexo ($p = 0,019$), encontrándose más mujeres hiperperceptoras de las esperadas. **Tabla 31 y Figura 36.**

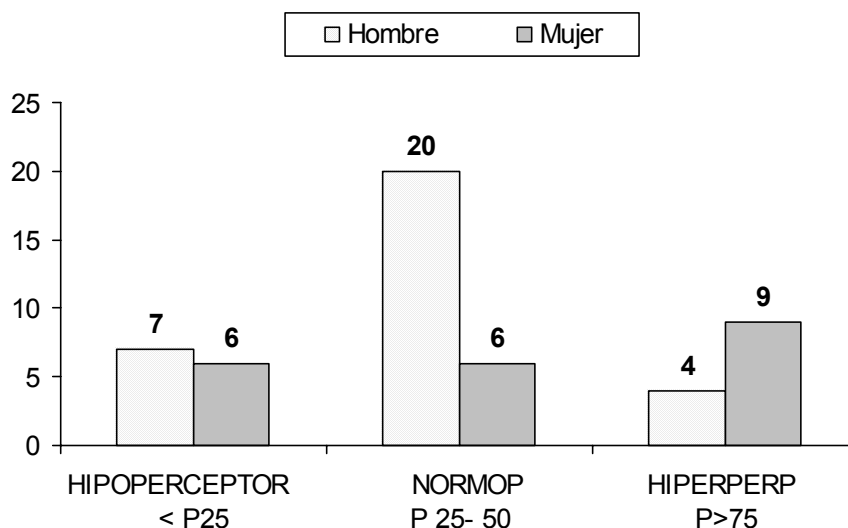


Figura 36. Distribución por sexos según el tipo de percepción.

		Hombre	Mujer
Hipoperceptores	Recuento	7	6
	Frecuencia esperada	7,8	5,3
Normoperceptores	Recuento	20	6
	Frecuencia esperada	15,5	10,5
Hiperperceptores	Recuento	4	9
	Frecuencia esperada	7,8	5,3
Significación		p 0,019	

Tabla 31. Tabla de contingencia: valores observados y esperados, sexo y tipo de percepción.

Respecto al resto de variables: edad, el IMC, el nivel de ansiedad y el nivel de actividad física no se han encontrado diferencias significativas entre los diferentes grupos. Los resultados se exponen en las siguientes tablas y representación gráfica. **Tabla 32 y Figura 37.**

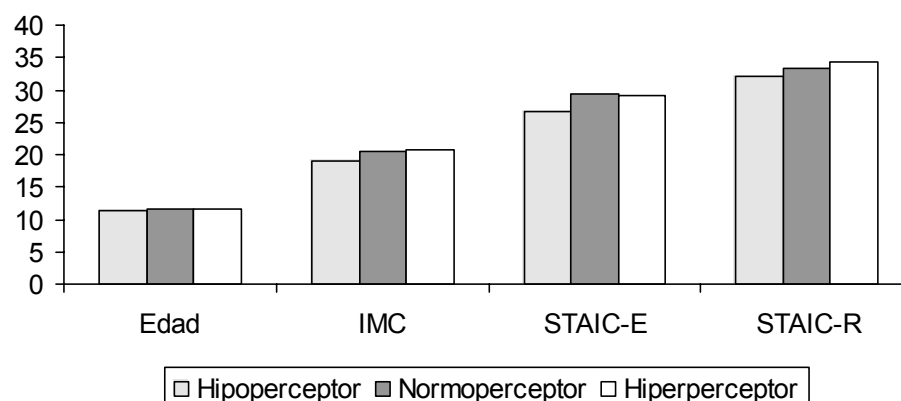


Figura 37. Edad, IMC y nivel de ansiedad en cada grupo.

	HIPOP.	NORMOP.	HIPERPERP.	p
Edad	11,4622	11,6044	11,552	0,98
IMC	19,0186	20,5529	20,854	0,33
STAIC-Estado	26,7692	29,5000	29,076	0,33
STAIC-Rasgo	32,1667	33,2800	34,416	0,54

Tabla 32. Diferencias entre los grupos respecto a la edad, el IMC y la puntuación de ansiedad.

Sin embargo hay que destacar que, aunque las diferencias no han sido significativas, sí se ha encontrado que los pacientes hiperperceptores presentaban un mayor IMC y una mayor puntuación en la escala de ansiedad rasgo.

IV.8.2.Influencia del tiempo de evolución y gravedad del asma, la función pulmonar basal y la disnea basal en la percepción.

En algunos estudios se ha descrito la aparición de “tolerancia” a la hora de percibir la disnea, de manera que los pacientes con más tiempo de evolución de su enfermedad presentaban peor percepción. En este estudio no se han encontrado diferencias en la percepción respecto al tiempo de evolución, además han sido los pacientes hiperperceptores los que presentaban un mayor tiempo de evolución de su asma. **Figura 38.**

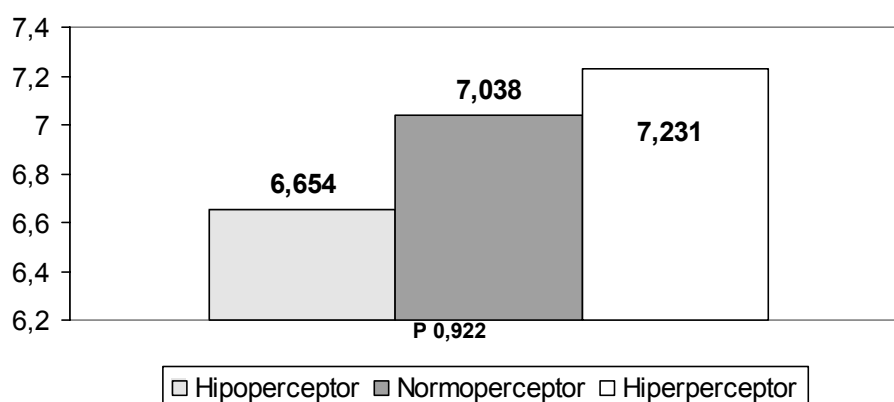


Figura 38. Tiempo de evolución del asma y tipo de percepción.

Respecto a la gravedad del asma y el tipo de percepción no se han encontrado diferencias significativas. Los pacientes con mayor gravedad no han presentado una peor percepción. **Tabla 33.**

	Episódica ocasional	Episódica frecuente	Persistente moderada	Persistente Grave
Hipoperceptores	2	6	4	1
Normoperceptores	3	8	14	1
Hiperperceptores	4	4	5	0
Significación	p 0,579			

Tabla 33.Gravedad del asma en cada grupo de perceptores de disnea.

Se ha planteado que los pacientes hipoperceptores podrían presentar una disnea basal más baja. En la muestra estudiada no ha sido así, no se han encontrado diferencias significativas entre los tres grupos respecto a los valores de disnea basal. Presentaban además una función pulmonar basal sin diferencias significativas por lo que no se ha visto influenciado por una menor función pulmonar basal. **Tabla 34.**

	HIPOP.	NORMOP.	HIPERPERP.	p
Borg basal	0,615	1,008	0,65	0,889
FEV₁ Inicial	97,4638	95,8338	100,580	0,47

Tabla 34. Disnea y función pulmonar basal en cada grupo de perceptores de disnea.

IV.8.3. Diferencias según el resultado del test de esfuerzo.

Los diferentes grupos de pacientes no mostraron una reducción de la función pulmonar distinta. **Tabla 35.**

	HIPOP.	NORMOP.	HIPERPERP.	p
Máxima caída FEV₁	12,9723	16,8142	12,525	0,104

Tabla 35. Reducción del FEV₁ en cada grupo de pacientes (hipo/normo/hiperperceptores).

Al realizar la prueba de χ^2 para ver si la positividad del test de esfuerzo influye en la percepción de la disnea se ha encontrado una diferencia significativa al considerar un punto de corte de positividad del 10% (p 0,011).

Tabla 36.

	10% caída FEV₁		13% caída FEV₁		15% caída FEV₁	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
Hipoceptores	5	8	7	6	7	6
Normoperceptores	7	19	12	14	12	14
Hiperperceptores	10	3	10	3	10	3
Significación	p 0,011		p 0,187		p 0,601	

Tabla 36. Tabla de contingencia. Resultado del test de esfuerzo según los distintos puntos de corte de positividad y el tipo de percepción.

El grupo de pacientes hiperperceptores ha presentado con mayor frecuencia de lo esperado un test de esfuerzo negativo. **Tabla 37.**

Resultado del test según una caída del FEV ₁ 10%			
		Negativo	Positivo
Hipoperceptores	Recuento	5	8
	Frecuencia esperada	5,5	7,5
Normoperceptores	Recuento	7	19
	Frecuencia esperada	11,0	15,0
Hiperperceptores	Recuento	10	3
	Frecuencia esperada	5,5	7,5
Significación	p 0,011		

Tabla 37. Tabla de contingencia: valores esperados y observados. Resultado del test esfuerzo (punto de corte de positividad- reducción del FEV₁ del 10%) y el tipo de percepción.

IV.8.4. Influencia del grado de esfuerzo en la percepción.

Al plantear si los pacientes hiperperceptores habrían alcanzado durante la prueba un mayor grado de esfuerzo se ha comprobado que no es así. No se han hallado diferencias entre el grado de esfuerzo obtenido durante el test y el tipo de percepción. Los resultados se muestran en la **Tabla 38.**

	HIPOP.	NORMOP.	HIPERPERP.	p
FC máxima obtenida	185,08	187,54	191,0	0,29
% FC máx obtenida	88,7891	90,0164	91,628	0,34
METs	10,8750	10,7483	10,292	0,77

Tabla 38. Grado de esfuerzo obtenido según el tipo de percepción de disnea.

IV.9. Concordancia padre / hijo.

IV.9.1. Síntomas durante el test esfuerzo.

La valoración de la concordancia entre observadores (hasta qué punto los observadores coinciden en su medición) depende de la naturaleza de los datos: si éstos son de tipo continuo es habitual la utilización de estimadores del coeficiente de correlación intraclase (CCI), mientras que cuando se trata de datos de tipo categórico el estadístico más empleado es el índice kappa.

El índice kappa mide el acuerdo entre las evaluaciones de dos jueces cuando ambos están valorando el mismo objeto. Un valor igual a 1 indica un acuerdo perfecto. Un valor igual a 0 indica que el acuerdo no es mejor que el que se obtendría por azar. Al estimar la fuerza de la concordancia se considera un valor menor de 0,20 como pobre; débil si está entre 0.21 – 0.40; moderada si está entre 0.41 – 0.60; buena si está entre 0.61 – 0.80 y muy buena por encima de 0.8.

En la evaluación de los síntomas presentados durante la prueba de esfuerzo, al valorar el grado de acuerdo entre los niños y los padres, se encontró concordancia significativa entre todos los síntomas salvo al cuantificar la presencia de dolor de cabeza. La mejor correlación se ha demostrado al valorar la tos durante el ejercicio y la peor al valorar el cansancio de piernas.

Tabla 39.

Síntomas	Kappa	Significación
Tos	0,78 (buena)	<,001
Sibilancias	0,29 (débil)	0,010
Falta de aire	0,38 (débil)	<,001
<i>Dolor articular</i>	0,41 (moderada)	<,001
<i>Dolor de cabeza</i>	0,231 (débil)	0,053
<i>Palpitaciones</i>	0,31 (débil)	<,001
<i>Cansancio de piernas</i>	0,22 (débil)	0,015

Tabla 39. Nivel de concordancia entre los síntomas relatados por los padres y por los hijos (índice de concordancia kappa).

Al ser preguntados si habían presentado algún otro síntoma, los padres refirieron lo siguiente:

- Congestión (1)
- Mareo (1)
- Mareo y lacrimo ocular (1)
- Dolor en el pecho (1)

Los niños refirieron los siguientes síntomas:

- Congestión (1)
- Mareo (3)
- Dolor en el pecho y en las piernas (2)

IV.9.2. Percepción de la disnea.

Para valorar la concordancia entre padres e hijos en la valoración de la disnea percibida se han utilizado diferentes métodos, y se ha valorado la concordancia en la disnea inicial, a los 3, 5, 10, 15, 20 y 30 minutos tras finalizar el test de esfuerzo; así como el valor de Borg máximo y el CB.

Como se ha expuesto anteriormente, un procedimiento para valorar el acuerdo de los valores entre variables cuantitativas es el uso del coeficiente de correlación intraclase (CCI). En su defecto se puede usar el método de Bland y Altman.

El CCI es la variabilidad existente entre pacientes respecto a la total (debida al observador y al efecto residual). En el caso ideal de que la variabilidad debida al observador fuera cero el CCI sería la unidad. Para calcularlo se lleva a cabo un análisis de la varianza para muestras relacionadas. Los valores menores de 0,4 se interpretan como bajos, buenos si está entre 0,4- 0,75 y excelentes por encima de 0,75.

Se ha encontrado un grado de acuerdo significativo en la cuantificación de la disnea entre padres e hijos (tanto inicialmente, como tras la carrera). El mayor grado de acuerdo ha sido al estudiarse la disnea máxima (el valor de Borg máximo): bueno (casi excelente). **Tabla 40.**

	CCI	IC 95%	p
Disnea basal	0,3414	0,0662 - 0,5683	0,0082
Borg a los 3 min	0,6874	0,5033 - 0,8119	<0,001
Borg a los 5 min	0,4648	0,1907 - 0,6717	<0,001
Borg a los 10 min	0,4622	0,1875 - 0,6699	<0,001
Borg a los 15 min	0,6792	0,4755 - 0,8137	<0,001
Borg a los 20 min	0,5596	0,3242 - 0,7297	<0,001
Borg a los 30 min	0,3262	0,0243 - 0,5737	0,0175
Borg máximo	0,7334	0,5694 - 0,8413	<0,001
CB	0,5750	0,3501 - 0,7372	<0,001

Tabla 40. Coeficiente de correlación intraclase en la cuantificación de la disnea.

Otro método es el de Bland y Altman. Este método de Bland y Altman es un procedimiento gráfico sencillo, aunque subjetivo, que se basa en calcular las diferencias entre los valores obtenidos. Dichas diferencias se representan frente a los valores medios (se considera como la mejor estimación de los valores reales desconocidos). Además se calculan la media y la DT de las diferencias y se representan los límites de concordancia situados a $1,96 \times DT$ por encima y debajo de la media, en donde se encontrarán el 95% de los datos si sigue una distribución normal⁹⁴.

Este intervalo de confianza de la media de las diferencias indica si aparece una infra o sobrevaloración sistemática, en caso de haberla corresponde al clínico determinar dicha importancia. **Figura 39.**

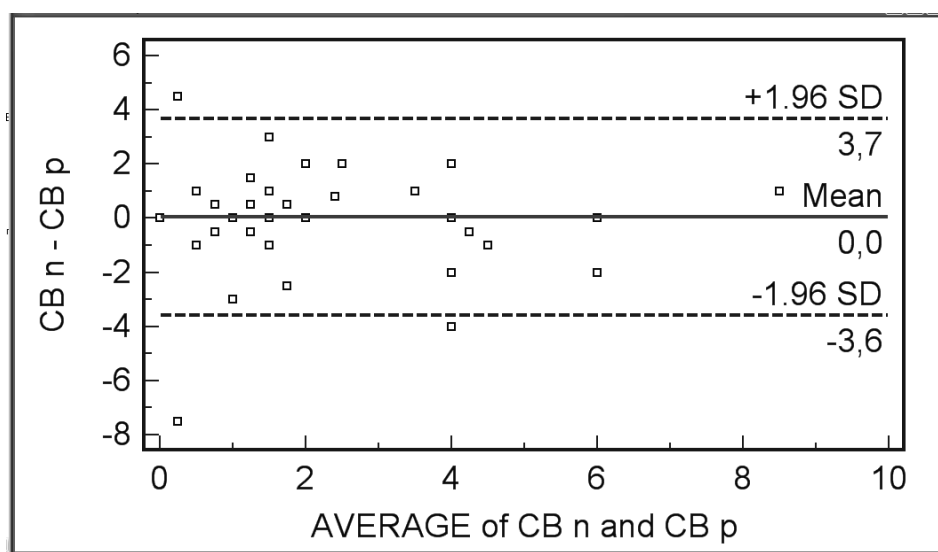


Figura 39. Representación de Bland y Altman de la diferencia de dispersión de la medición del cambio de Borg en niños y padres. Los valores se distribuyen de forma uniforme alrededor de la media $\pm 1,96DT$, siendo el intervalo de confianza relativamente estrecho alrededor de la media, (indica diferencias pequeñas en una escala del 0 al 10).

En la **Tabla 41** se observa cómo al comprobar la relación entre la disnea referida por los padres y por los niños el valor del coeficiente de correlación Spearman es significativo en todos.

	Padres	Niños	r_s	p
Disnea basal	0,69±1,15 (0-5)	0,82±1,20 (0-5)	0,520	<0,001
Borg a los 3 min	2,35±2,18 (0-10)	2,71±2,00 (0-10)	0,652	<0,001
Borg a los 5 min	1,73±1,52 (0-5)	1,52± 1,32 (0-6)	0,450	0,003
Borg a los 10 min	1,39±1,42 (0-5)	1,12±1,14 (0-5)	0,515	<0,001
Borg a los 15 min	1,00±1,24 (0-4)	0,94±1,15 (0-5)	0,680	<0,001
Borg a los 20 min	0,83±0,99 (0-3,5)	0,84±1,24 (0-6)	0,670	<0,001
Borg a los 30 min	0,65±,9249 (0-3,5)	0,67±1,39 ((-)1-8)	0,477	0,002
Borg máximo	2,70±2,18 (0-10)	2,90±2,06 (0-10)	0,671	<0,001
CB	1,96±2,03 ((-)2-8)	2,00±1,92 ((-)3,5-9)	0,503	<0,001

Tabla 41. Correlación entre niños y padres en la cuantificación de disnea. Valores de la percepción de disnea basal, a los 3, 5, 10, 15, 20 y 30 minutos tras el ejercicio, CB y Borg máximo en niños y padres, expresados como media ± DT y rango.

V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

En los últimos años se han llevado a cabo multitud de investigaciones sobre las sensaciones respiratorias, particularmente la disnea. Una percepción respiratoria alterada puede tener implicaciones pronósticas y terapéuticas, ya que, en ocasiones, retrasa la búsqueda de tratamiento. La percepción de la disnea puede ser influida por diversos factores como la edad, el tiempo de evolución del asma, la disnea basal, el equilibrio emocional o la ansiedad...sin embargo no se conoce exactamente la relación entre la sensación y el acto de respirar, la percepción y la respuesta pulmonar.

Aunque existen diversos métodos para cuantificar la disnea no se ha establecido aún una manera fiable de distinguir entre buenos y malos perceptores de disnea. Uno de los parámetros que más se utilizan para valorar el grado de control en el asma en los niños, es la tolerancia al ejercicio. En multitud de ocasiones se decide un cambio de tratamiento porque el niño o los padres refieren que existe una mala tolerancia al ejercicio. La percepción de disnea es subjetiva y para hacer cambios terapéuticos muy importantes nos basamos en un factor subjetivo y mal entendido. Un conocimiento adecuado de cómo percibe la disnea durante el ejercicio cada niño, de manera individual, nos ayudaría a saber la fiabilidad de los síntomas que refiere.

En la práctica clínica habitual nos encontramos con una mala correlación entre los resultados del test de esfuerzo y los síntomas referidos por los pacientes: pacientes con test negativo que sienten disnea intensa e incapacidad importante y, por el contrario, niños con grandes caídas de la función pulmonar sin que refieran ningún síntoma. Aunque es importante la caída del FEV₁, no podemos considerar el tratamiento basándonos sólo en este parámetro, ya que sólo es un aspecto fisiopatológico del asma. La aparición de disnea durante el ejercicio puede ser condicionada por otros muchos motivos (la presencia de hiperinsuflación, aspectos cognitivos y emocionales, grado de

entrenamiento...). Por todo ello cobra gran importancia saber qué factores condicionan la percepción de los niños con asma durante el ejercicio, qué pacientes son más vulnerables y podrían presentar una percepción de los síntomas poco fiable en determinadas circunstancias.

A la hora de valorar los resultados de este estudio y compararlos con otros datos publicados hay que tener en cuenta dos elementos:

El primero, que actualmente no existe ningún consenso sobre el método más adecuado para cuantificar la disnea o el procedimiento idóneo para clasificar a los asmáticos en buenos y malos perceptores de disnea.

El segundo, es que este trabajo se centra en la disnea percibida durante el ejercicio, con los condicionantes que ello implica. Aunque se ha publicado que no hay diferencias en la percepción de disnea al someter al paciente a distintos tipos de provocaciones (histamina, exposición a un antígeno o ejercicio)⁹⁵, durante una prueba de esfuerzo la valoración de la disnea, para el mismo grado de obstrucción bronquial, es más complicada que si se utilizan otras técnicas, como ya se ha referido en el apartado material y métodos. Si se utiliza como agente inductor la histamina o la metacolina se produce una broncoconstricción dosis-dependiente, mientras que durante un test de esfuerzo, la cuantificación de la disnea es más difícil ya que la respuesta pulmonar puede ser errática e incluso puede aparecer una broncodilatación inicial tras el ejercicio.

Para valorar el tipo de percepción de disnea, se ha planteado el uso de un nuevo parámetro, los residuos brutos: las diferencias entre los valores pronosticados de disnea para un determinado nivel de obstrucción (obtenidos a partir de la recta de regresión lineal del cambio de Borg en función de la reducción del FEV₁ calculada en toda la muestra) y los valores reales referidos por cada niño. Éste parece ser un método que se ajusta mejor a la disnea percibida durante el ejercicio, que la cuantificación aislada de la disnea (Borg

máximo o CB) que no tendría en cuenta la intensidad de la reducción de la función pulmonar. El uso de la pendiente lineal de la curva respuesta-percepción/ reducción de la función pulmonar-disnea utilizado en otros estudios, se ha considerado poco adecuado en este trabajo, por no ser significativa en todos los casos la regresión lineal entre la disnea percibida y la función pulmonar en cada momento tras la realización del ejercicio.

V.1. Muestra global.

La muestra estudiada es bastante representativa de la población con asma atendida en una consulta de especialidad, con un 60% de varones, al igual que en estudios previos multicéntricos realizados en otras regiones de España sobre la prevalencia de asma en niños¹⁵.

Hay muchos estudios que evalúan el papel de la rinitis, la dermatitis atópica, la alergia alimentaria y la sensibilización a alérgenos en el futuro desarrollo del asma. Sólo el 20% de los niños estudiados en nuestra muestra no presentaba ningún dato sugerente de atopia (dermatitis atópica, alergia alimentaria o sensibilización a neumoalérgenos). Este dato se puede encuadrar con los datos manejados actualmente, donde tras analizar las pruebas epidemiológicas disponibles, la proporción de asma atribuible a atopia en todas las edades puede oscilar entre el 50 y el 80%⁹⁶. El 72% de la muestra presentaba algún tipo de alergia a neumoalérgenos, de manera similar a otras cohortes de niños con asma (76% de atopia definida como al menos una prueba de prick test positiva)⁹⁷.

El 38,5 % de los niños estaban expuestos al humo de tabaco de manera directa en sus hogares. Aunque en España se estima que fuma un 34,4% de la población general, la prevalencia del tabaquismo ha ido disminuyendo. Esta exposición al tabaco sigue teniendo un importante efecto en el riesgo de padecer asma⁹⁸. Siendo las fuentes de exposición a tabaco no sólo el humo de tabaco en el propio domicilio sino la exposición pasiva en otros muchos

lugares⁹⁹. En otros estudios prospectivos se ha llegado a encontrar una exposición a tabaco mayor que en nuestra muestra llegando incluso al 65% de los niños¹⁴.

La presencia de antecedentes de asma o de atopia en familiares de primer grado está presente en el 44,2% y el 11,5% de los niños de la muestra bastante similar a otras cohortes (38,6 y 9% respectivamente)¹⁰⁰.

Respecto a la puntuación de ansiedad los valores medios obtenidos en niños de edades similares a la muestra estudiada, hospitalizados durante un mínimo de 15 días en distintos servicios, fluctuó entre 22-24 en la puntuación ansiedad Estado y entre 27 y 30 en ansiedad Rasgo; valores similares a los obtenidos en este estudio.

La muestra seleccionada, por tanto, es representativa de la población infantil con asma que acude a una consulta para control y seguimiento.

En cuanto a la edad de los pacientes, se ha elegido un rango de edades comprendido entre los 7 y 17 años, para asegurar la calidad en la realización de las pruebas. Cabe destacar que existen muy pocos estudios sobre la percepción de disnea cuya muestra presente un rango de edades parecido ya que la mayoría se ha realizado en pacientes adolescentes o adultos. Baker y cols estudian a 35 niños de 6 a 16 años con una edad media de 12 años (similar a nuestra muestra)¹⁰¹. Carlslen y cols valoran la disnea de 20 niños con asma de 9 a 17 años⁸⁹ y Julius y cols 13 adolescentes de 11 a 19 años con una edad media mayor, 14 años⁷⁸.

V.2. Descripción de los resultados del test de esfuerzo.

V.2.1. Parámetros conseguidos.

Durante la prueba de esfuerzo los parámetros para obtener una sobrecarga suficiente son adecuados y similares a otras series. La inclinación máxima media ha sido algo mayor que en otros estudios $9,7^\circ$ (Carlsen y cols dan como valores de referencia una inclinación máxima entre $5,5-10^\circ$ ¹⁰²) y la velocidad, más elevada, una media de $7,7 \text{ km/h}$ (cuando se recomienda al menos mantener una velocidad alrededor de $4,5 \text{ km/h}$)⁴³. El tiempo de carrera tuvo un rango entre 4 y 8 minutos, óptimo para demostrar la presencia de hiperrespuesta bronquial. El 60% de los niños alcanzaron un porcentaje de FC mayor del 90% respecto a la máxima FC teórica perseguida inicialmente. Sólo un paciente no llegó a una FC mayor del 80% teórica para la edad.

De esta manera la prueba de esfuerzo se puede considerar como valorable para evaluar la hiperrespuesta bronquial ya que cumple todos los criterios requeridos para una correcta realización, además de haber alcanzado parámetros que garantizan un grado de esfuerzo adecuado.

V.2.2. Resultado del test de esfuerzo.

El valor medio de la función pulmonar inicial fue del 97,42%, incluso mayor que en otras series como en el estudio de Remes y cols que fue del 91%. La gran variedad de criterios y técnicas para valorar la presencia de hiperrespuesta bronquial hace difícil comparar la caída de la función pulmonar tras el ejercicio. Ponsoboy y cols¹⁰³ encontraron una caída media del FEV₁ del 7,7% en una muestra de 191 niños de 7 años de edad tras realizar una prueba de esfuerzo con carrera libre. Hofstra y cols, en 27 niños con asma (6-14 años de edad), encontraron una caída media del FEV₁ del 32% al realizar una provocación en tapiz rodante¹⁰⁴. En nuestra muestra la caída máxima del FEV₁

media fue más baja que en el estudio antes mencionado, de 14,7% sin que siguiera una distribución normal, de manera similar al estudio de Tancredi y cols¹⁰⁵, donde la caída del FEV₁ tampoco presentaba una distribución normal y hallaron un valor de caída del FEV₁ medio del 15%, en este caso la muestra estudiada fue más representativa al ser bastante mayor, 154 pacientes.

Al comparar la presencia o no de hiperrespuesta bronquial se encuentran datos dispares. En un estudio en adolescentes se encontró una prevalencia de HRB, en población general (niños de edades entre 6 y 12 años), del 23%. Un 16.9% de niños entre 5 y 18 años de edad refirieron padecer asma inducida por ejercicio¹⁰⁶. Haby y cols encontraron una prevalencia de HRB del 20%, considerando como punto de corte una caída del FEV₁ del 15% en 802 niños de 8 a 11 años de edad¹⁰⁷. En estudios llevados a cabo en España donde se determina la prevalencia de HRB medida por carrera libre la prevalencia varía desde el 5,3% al 17%¹⁰⁸. Según se considere un punto de corte de caída del FEM del 10, 15 o 20% la prevalencia encontrada en un estudio transversal de niños entre 6 y 12 años fue del 34, 23, y 8,2 % respectivamente³⁰. En nuestra muestra, al ser una muestra preseleccionada de niños con asma, la prevalencia es mayor que en las cohortes de población general (58 a 35% dependiendo de los criterios de positividad).

Si comparamos la prevalencia de hiperrespuesta bronquial con otros estudios de pacientes con asma, encontramos que la positividad del test de esfuerzo ha sido menor que en otros trabajos publicados, aunque sin que la diferencia fuera muy elevada. Considerando como punto de corte de caída del FEV₁ el 13%, el 44,2% de los niños de nuestra muestra presentaron HRB, mientras que Panditi y cols encontró que fue del 60%⁸⁶. Resultados parecidos son los obtenidos por Tancredi y cols¹⁰⁵, que también tras una prueba de esfuerzo en tapiz rodante, objetivaron una positividad del 63%, considerando un punto de corte del 15%; Sano y cols encontraron una positividad del 45,1%³¹. En nuestra muestra con este mismo punto de corte presentaron un test positivo el 34,6% de los niños.

La diferencia de estos resultados puede deberse a los diferentes tamaños muestrales, a que había menos niños con mayor gravedad del asma y a que la prueba de esfuerzo se ha realizado con pinzas nasales.

V.3. Análisis de los datos generales.

Respecto al nivel de ansiedad existen pocos estudios en población de niños asmáticos con un ambiente cultural y social similar al nuestro aunque en general¹⁰⁹ está comprobado que los niños con mayor puntuación en las escalas de ansiedad presentan más síntomas específicos de asma y más días con síntomas en los meses previos.

En nuestra muestra no se han encontrado puntuaciones significativamente más elevadas en el nivel de ansiedad estado-rasgo según la gravedad del asma. En un estudio realizado en Estambul en 100 niños asmáticos de entre 6 y 16 años tampoco encontraron diferencias significativas, aunque las puntuaciones globales fueron ligeramente más altas¹¹⁰.

Los niños con asma persistente grave presentaron la puntuación media de ansiedad Rasgo más elevada ($42 \pm 1,4$) lo que puede relacionarse con una mayor frecuencia de síntomas diarios, tendencia a preocuparse por los síntomas de asma y presentar un control del asma más dificultoso. Estos pacientes con asma persistente grave presentaron, sin embargo, valores de ansiedad Estado (antes de realizar la prueba) menores que el resto de los pacientes ($24,5 \pm 3,5$) lo que podría sugerir que están más acostumbrados a la realización de pruebas de su valoración pulmonar y que no muestran miedo a presentar síntomas durante el ejercicio, quizá porque han aprendido a relativizar estos síntomas y adquirido tolerancia a ellos.

Respecto al nivel de actividad física, aquellos niños que han referido tener una forma física y un nivel de actividad mejor de lo habitual han tenido

valores significativamente menores en la puntuación de ansiedad Rasgo ($31,94 \pm 4,27$ frente a $36,54 \pm 5,66$ en los niños con menor nivel de actividad). Ello podría explicarse por la influencia positiva de la realización de ejercicio de manera habitual y programada, la integración social que implica...

V.4. Estudio de la positividad del test de esfuerzo.

La humedad y temperatura ambiental influyen en el resultado de la prueba de esfuerzo por la importancia que tienen ambos factores sobre los mecanismos fisiopatogénicos que desencadenan el broncospasmo de la vía aérea durante el ejercicio¹¹¹. Por ello se ha decidido la realización de la provocación bajo condiciones controladas en laboratorio. La temperatura media y la humedad relativa durante las pruebas fueron adecuadas para conseguir unos resultados valorables.

V.4.1. Factores que podrían influir en la positividad del test.

V.4.1.1. Influencia del grado de esfuerzo en la positividad.

Se podría considerar que el grado de esfuerzo obtenido ha sido adecuado en casi todos los pacientes y la sobrecarga correcta, ya que no se ha encontrado ninguna diferencia en la FC máxima obtenida, ni en el resto de parámetros estudiados, entre los pacientes con test positivo o negativo, lo que hace que la prueba de esfuerzo sea valorable.

Hubiera sido interesante repetir las pruebas de esfuerzo para valorar la reproducibilidad de la prueba y obtener diferentes sobrecargas para comprobar en nuestra muestra si la presencia de HRB depende del grado de esfuerzo obtenido⁸⁹, aunque ese sería el objetivo de otro estudio.

Sólo un paciente ha realizado un test de esfuerzo sin llegar a una FC máxima mayor del 80% teórico para la edad, un paciente de 8 años con asma

episódica frecuente, que llegó a una FC máxima de 148 lpm (70%), con una función pulmonar basal normal (FEV₁ 109,05%). A pesar de no alcanzar el grado de esfuerzo pretendido, presentó una prueba de esfuerzo positiva con una reducción del FEV₁ máxima del 18,09% (su puntuación de disnea fue de 0 en todo momento y fue clasificado como hipoperceptor). Este niño presentaba sensibilización a alternaria y la prueba de esfuerzo fue realizada en febrero.

V.4.1.2. Influencia de la función pulmonar y disnea basal.

Los estudios sobre la relación entre el valor de la función pulmonar basal previo al ejercicio y la respuesta bronquial posterior, muestran resultados contradictorios. En nuestro trabajo no se ha encontrado relación entre la positividad del test y el valor de FEV₁ basal previo al ejercicio, al igual que en otros estudios realizados en 154 y 164 niños respectivamente (prueba de esfuerzo en tapiz rodante y en bicicleta ergométrica)^{105 112}.

Linna y cols sí han observado que la HRB dependía de la obstrucción previa de las vías respiratorias. Encontraron sin embargo, que había una amplia variedad de reactividad. Los niños seleccionados en este trabajo presentaban un asma leve-moderada lo que puede condicionar los resultados¹¹³.

V.4.1.3. Influencia de la edad, sexo, IMC y nivel de ansiedad.

La mayoría de estudios epidemiológicos publicados sobre la HRB no encuentran diferencias según el sexo o tiempo de evolución del asma, lo que concuerda con este trabajo.

Respecto a la edad se han publicado resultados dispares. Tancredi y cols¹⁰⁵ no han observado diferencias en la presencia de HRB (niños con asma sometidos a una prueba de esfuerzo en tapiz rodante, considerando positiva la prueba con una caída del FEV₁ del 15%) según la edad. En estudios en población española, se ha publicado un predominio de HRB en el grupo de

niños de 13 años respecto a niños de 14¹⁰⁸. En nuestro caso al considerar un punto de corte del 15% sí encontramos que los niños que presentaban un test positivo eran significativamente mayores (12,9 años frente a 10,8). Para valorar correctamente los factores que podrían influir en estas diferencias (como la gravedad de su asma o el tratamiento recibido) haría falta otro tipo de consideraciones y una muestra mayor.

Al valorar el IMC hay que tener en cuenta que los resultados publicados son contradictorios y que la relación entre la obesidad y el asma no está suficientemente aclarada.

En la muestra estudiada sólo al considerar un punto de corte de caída del FEV₁ del 10% (menos restrictivo) se han encontrado diferencias en el IMC en los pacientes con HRB respecto a los que no la tienen. Los pacientes con test positivo presentaron un IMC medio de 21, mayor que los niños con test negativo. Esto podría ser compatible con datos publicados donde se han detectado mayor número de niños obesos con hiperrespuesta bronquial¹¹⁴. Por el contrario en otros trabajos con población adolescente, no se ha confirmado esta asociación entre el IMC y la hiperrespuesta bronquial¹⁷. Para comprobar claramente la influencia del IMC en el grado de hiperrespuesta bronquial serían necesarios estudios longitudinales donde se monitorizara de manera minuciosa la actividad física habitual y el desarrollo de asma, como se ha referido ya en el apartado de la introducción.

V.5. Análisis de los síntomas durante el test de esfuerzo.

Panditi y cols⁸⁶ encontraron una correlación débil entre los síntomas percibidos por los niños y el cambio en los valores del FEV₁. En nuestro estudio la intensidad de los síntomas referidos por los niños no guarda correlación con la caída de la función pulmonar, aunque sí con la disnea (Borg máximo y CB).

Encontramos una correlación significativa entre la disnea y los tres síntomas específicos de asma cuantificados (falta de aire, sibilancias y tos) y sólo con dos de los cinco síntomas inespecíficos valorados (cansancio de piernas y palpitaciones). El síntoma que presentó una mejor correlación con la cuantificación de la disnea o dificultad respiratoria fue la falta de aire (0,6 con el CB), lo que indica coherencia en la valoración de la disnea de los niños y la presencia de mecanismos fisiopatogénicos parecidos, coincidencia en el lenguaje. La correlación fue positiva, aunque más débil entre la valoración de la disnea y la cuantificación del cansancio de piernas y las palpitaciones lo que pone de manifiesto la influencia de múltiples factores en la percepción de disnea (falta de entrenamiento y adaptación circulatoria al ejercicio...)

Estos datos son coherentes con los resultados de otros autores. Lowhagen y cols encuentran que la primera causa por la que, un grupo de asmáticos sometidos a un test de esfuerzo de carrera libre, pararon el ejercicio fue la dificultad respiratoria y la segunda el cansancio de piernas (25%)¹¹⁵. La presencia de cansancio de piernas además de la disnea es, por lo tanto, uno de los principales motivos que limitan la realización de ejercicio y está estrechamente ligado a la aparición de disnea, de manera que, para poder comprender los factores que condicionan la tolerancia al ejercicio, la medición de varios síntomas complementaría la medición de parámetros fisiológicos¹¹⁶. La correlación fue mejor con el valor de CB que con el Borg máximo, lo que haría más útil la cuantificación de la disnea mediante este método (que además es sencillo de obtener).

V.6. Estudio del valor máximo de Borg, CB referido por los niños y la máxima caída del FEV₁.

Los valores de disnea obtenidos en nuestro estudio han sido parecidos a los publicados por otros autores, como se comentará más adelante, aunque dependiendo del diseño y del objetivo de cada trabajo varían^{74;95;117}.

V.6.1. Factores que podrían influir en el Borg máximo, CB y caída máxima del FEV₁.

El estudio de los factores que podrían influir en la cuantificación de la disnea es complicado por la gran cantidad de condicionantes que presenta. Killian y cols⁴⁶ evaluaron a 460 sujetos sin antecedentes de ninguna enfermedad cardiorrespiratoria mediante una prueba de ejercicio progresivo hasta su máxima capacidad, la mayoría pararon cuando llegaron a una puntuación en la escala de Borg de 4 a 7, coincidiendo con un aumento aproximado del 25% de la máxima capacidad. La puntuación de la disnea aumentó en relación a la potencia, fue mayor en mujeres que en hombres y aumentó también con la presencia de mayor edad. Sin embargo al normalizar los datos de la potencia obtenida, expresándolo como porcentaje de la potencia máxima, no se encontró que estas variables condicionaran la puntuación de disnea.

V.6.1.1. Influencia del sexo, edad, IMC, nivel de ansiedad y nivel de actividad física.

En un estudio epidemiológico en 366 adultos con asma se encontró que las mujeres refirieron una puntuación basal de disnea mayor que los hombres, aunque la severidad del asma era similar entre ambos sexos. Estos resultados se atribuyen a una influencia hormonal (en mujeres se ha encontrado una incidencia menor de asma durante la menopausia y un menor número de

visitas a urgencias dependiendo del momento del ciclo menstrual). Se objetivó además una relación positiva entre la disnea y el IMC (tras realizar ajustes por edad, sexo, la presencia de HRB)¹¹⁸. En nuestro estudio los valores de disnea, (Borg máximo, CB) y la caída máxima del FEV₁ también fueron mayores en las mujeres aunque no significativamente, probablemente por la falta de esta influencia hormonal que puede condicionar la clínica de asma en los pacientes adultos y no en niños. Aunque en nuestra muestra no se valoró la presencia o no de menarquia en las niñas, (7 mujeres de nuestra muestra y 9 varones tenían más de 13 años) y es difícil llegar a conclusiones definitivas en este sentido.

Se encontró una correlación positiva y estadísticamente significativa, aunque débil de la edad con la caída de la función pulmonar, aunque no con la puntuación de la disnea. En estudios realizados en adultos, sin embargo, sí se ha encontrado una menor intensidad de la disnea según aumentaba la edad y la hiperreactividad a la metacolina, lo que puede justificarse por el desarrollo de tolerancia y una infravaloración de los síntomas con el tiempo¹⁰. El rango de edad de nuestra muestra es totalmente diferente y lo que habría que valorar es no tanto la edad, sino el tiempo de evolución del asma que en algún caso puede ser muy breve, por lo que es probable que no aparezca aún este fenómeno de la tolerancia en la percepción de los síntomas.

En numerosos estudios se ha encontrado que la disnea es más intensa según aumenta el peso o el IMC^{10;119}. En adultos obesos Sin y cols¹²⁰ encontraron una mayor prevalencia de asma y una mayor percepción de disnea sin que hubiera una mayor obstrucción en la vía aérea. Kaplan y cols¹²¹ encontraron que los niños obesos presentaban significativamente mayor grado de HRB, aunque la causa de estos hallazgos no está claro si era porque la presencia de BIE conducía a la evitación del ejercicio y la aparición de la obesidad o porque la obesidad causara o aumentara la hiperreactividad bronquial durante el ejercicio. Melani y cols⁷³ también encontraron una correlación, aunque débil (0,08) entre la cuantificación de disnea en una escala

de Borg y el aumento del IMC. De manera similar, en nuestra muestra se encontró correlación significativa (aunque débil) positiva entre las puntuaciones de disnea y el IMC, sin que hubiera una mayor caída de la función pulmonar con el aumento del IMC.

Los resultados serían compatibles con los estudios comentados, aunque como se ha referido previamente hay publicaciones que demuestran datos contrarios. Estos datos hallados y su significación hay que interpretarlos con precaución ya que aunque parece que la obesidad afecta negativamente a la mecánica respiratoria, disminuye la función muscular pulmonar y aumenta el esfuerzo respiratorio, probablemente otros factores independientes de la presencia del asma o la obstrucción de la vía aérea son responsables del aumento de la disnea en pacientes obesos como la falta de forma física, condicionantes psicológicos, hormonales... Aunque en la muestra no se encontraron diferencias en el IMC según el nivel de actividad física habitual.

Está comprobado el impacto emocional que tiene el asma en los niños y sus padres: los pacientes precisan cuidados diarios, sus hábitos de vida pueden estar condicionados por su enfermedad y pueden presentar reagudizaciones frecuentes. Esto se podría manifestar con mayores rasgos de ansiedad en los niños con asma y en su entorno, aunque no se sabe qué influencia podría tener en la percepción de disnea. En el estudio llevado a cabo por Richardson y cols no se encontró relación entre la cuantificación de disnea durante la broncoconstricción aguda (exacerbaciones presentadas por el paciente durante el tiempo de monitorización) y el grado de ansiedad, con una puntuación media en la escala de ansiedad-Rasgo en 30 adolescentes con asma inestable de $29 (\pm 8,2)^{122}$. Tampoco se encontró correlación entre la sensación respiratoria (la disnea) y los valores de ansiedad durante una prueba de provocación con metacolina en 25 pacientes con asma¹²³. En nuestra muestra no se ha encontrado relación entre la ansiedad (tanto habitual, como antes de realizar la prueba) y la puntuación de disnea.

V.6.1.2. Influencia del tiempo de evolución, gravedad del asma y disnea basal.

Los niños con mayor tiempo de evolución presentaron una correlación positiva débil con la disnea y no con la caída de la función pulmonar. Esto podría deberse que los pacientes con más tiempo de evolución de su asma identificarían mejor los síntomas, estarían más sensibilizados y podrían cuantificar más alto su disnea. Esta correlación fue significativa sólo con el Borg máximo y no con el CB sin que podamos interpretar este resultado. Más adelante se discuten las diferencias en el tiempo de evolución del asma en cada tipo de paciente (normo, hiper o hipoperceptor).

En cuanto a la influencia de la gravedad del asma no encontramos diferencias en la disnea ni en la reducción de la función pulmonar. Barreiro y cols encontraron que la cuantificación de disnea en el momento de máximo ejercicio en pacientes expuestos a distintos tipos de provocaciones (prueba de marcha durante 6 minutos, cicloergometría, cargas umbrales incrementales) era un buen indicador de la presencia de asma casi fatal (100% de ss y 63% de especificidad al presentar valores menores de 6). Sin embargo respecto al valor de Borg máximo no encontró diferencias significativas entre los pacientes con asma casi fatal y pacientes sin asma casi fatal salvo en la prueba de cargas umbrales incrementales. Lo que pone de manifiesto que el tipo de prueba para valorar la hiperrespuesta bronquial podría condicionar los resultados⁸².

No se encontró correlación significativa entre la disnea basal y la función pulmonar. Tampoco en relación con el CB. Martínez y cols⁷⁴ sí encontraron una correlación significativa entre el cambio de Borg y la disnea basal (aunque eran estudio donde el cambio de Borg estaba referenciado a una prueba de provocación con histamina) con un valor de -0,244. En nuestra muestra sin embargo no hubo una correlación significativa siendo el valor del coeficiente de correlación de Spearman -0,054. La diferencia en los resultados podría deberse a un menor tamaño muestral en nuestro estudio y al uso de diferentes técnicas

de provocación. Sí se encontró relación entre el valor de Borg máximo y el Borg inicial referido por los niños (con un valor de $R=0,515$, correlación moderada positiva). Los pacientes que presentaron una disnea basal mayor, llegaron a unos niveles de disnea máximos más altos, lo que pone de manifiesto que a la hora de valorar la disnea con una visión completa se precisan ambos valores: tanto la cuantificación de la disnea de manera absoluta (valor máximo) como la diferencia entre el valor máximo de disnea y la disnea inicial.

V.6.2. Relación del Borg máximo y del Cambio de Borg con la máxima caída del FEV_1 .

Al relacionar los cambios en la disnea y en la función pulmonar algunos estudios no encuentran relación. De Peuter y cols⁸³ tras realizar una prueba de provocación con histamina, no encontraron relación entre la sensibilidad perceptual para la disnea y medidas fisiológicas de la severidad del asma, como el FEV_1 basal o el valor de PC20 (dosis de histamina que provoca una reducción del FEV_1 del 20%). Sin embargo sí se encontró correlación con la puntuación de síntomas emocionales-subjetivos como el estado de ansiedad. Killian y cols¹²⁴ encontraron, en 120 sujetos con asma, tras una prueba de provocación con histamina, una puntuación de disnea mediante la escala de Borg (cuando el FEV_1 caía un 20%) de 2.9 ± 1.91 . Sin que hubiera una relación significativa con ningún parámetro de función pulmonar estudiado (FEV_1 basal, CV, DLCO, TLC y PIM). Los valores de disnea obtenidos en nuestro estudio fueron similares con un valor medio de $2,904 \pm 2,0676$, a pesar de las diferencias entre el tipo de provocación y la edad de los sujetos estudiados.

En otros estudios con diseños diferentes sí se ha encontrado una correlación importante entre la puntuación de disnea en la escala de Borg y la reducción del FEV_1 , aunque los valores de esa correlación han sido muy variables. Por ejemplo Laveneziana y cols tras un test de broncoprovocación con metacolina, hallaron que la correlación entre el Borg y la caída del FEV_1 fue estadísticamente significativa con un valor de r^2 0,867. En este mismo

trabajo se pone de manifiesto que dependiendo del tipo de prueba de broncoprovocación la puntuación de la disnea es muy variable, siendo más alta al cuantificar la disnea en el momento de máximo ejercicio durante una prueba de esfuerzo corta en bicicleta ergométrica que tras un test de metacolina¹¹. En el estudio de Melani y cols⁷³ realizado en 200 pacientes asmáticos se encontró, tras exponer a los pacientes a una prueba de esfuerzo en tapiz rodante y cuantificar la disnea mediante la escala modificada de Borg (método similar al utilizado en este estudio), una correlación significativa entre el valor máximo de disnea y la máxima caída del FEV₁ con un valor de R² de 0,39 (mayor que en nuestra muestra cuyo valor fue 0,15). Wamboldt y cols⁶⁹ tras someter a 175 adolescentes con una edad media de 16 años a una prueba de broncoprovocación con metacolina, encontraron una correlación significativa entre la puntuación de disnea en una escala de Borg y la caída del FEV₁ con un valor medio de 0,70 (el 75% de la muestra presentó una correlación mayor de 0,68).

En nuestro estudio se ha objetivado una correlación estadísticamente significativa entre la valoración de la disnea y la reducción del FEV₁. Fue mejor la correlación entre la caída de la función pulmonar y el cambio de Borg (r 0,528: moderada) que entre la caída de la función pulmonar y el valor de Borg máximo (r 0,388: débil) lo que apoyaría la tendencia en los últimos estudios a valorar más el cambio en la puntuación de la disnea respecto a valores basales que la cuantificación máxima de la disnea de manera aislada. La correlación se mantuvo e incluso fue más alta en pacientes con test positivo (alcanzando valores de r=0,88 (muy buena correlación). Se comprueba cómo al existir un estímulo más intenso la sensación también se hace más intensa (ley de Stevens).

La correlación se mantiene significativa en ambos sexos. Sin embargo según la gravedad del asma, esta relación sólo se mantenía en los pacientes con asma moderada persistente y grave, aunque la caída del FEV₁ no fue diferente entre los distintos grupos. Se puede concluir que en los pacientes con

asma más grave la correlación entre la percepción de disnea y la caída de la función pulmonar es mejor, los motivos por los que esto sucede no podemos explicarlos dado el diseño del estudio.

V.7. Análisis del momento de percepción de máxima disnea y el momento de máxima caída de la función pulmonar.

El broncospasmo inducido por ejercicio aparece habitualmente a los tres-ocho minutos del esfuerzo¹²⁵. Comparando el momento de máxima caída de la función pulmonar en series de pacientes sometidos a una prueba de esfuerzo en tapiz rodante hemos encontrado resultados variables. García de la Rubia y cols¹²⁶ obtuvieron, en 30 niños con asma sometidos a una prueba de esfuerzo en tapiz rodante, la máxima caída del FEV₁ a los 2 minutos de acabar la prueba de esfuerzo (mientras que tras la realización de una prueba de carrera libre en esos mismos pacientes la máxima caída fue a los 5 minutos). En nuestra muestra la máxima caída del FEV₁ fue más tarde (entre los 5 y los 10 minutos), ello se puede deber al menor grado de HRB en nuestra muestra y una menor caída del FEV₁. Nuestros valores son más similares a los hallados por Carlsen y cols, en 32 niños con asma que encontraron una caída del FEV₁ máxima del 12,8% a los 6 minutos de acabado el ejercicio¹²⁷.

Respecto a la relación entre el momento de percepción de máxima disnea y el momento de máxima caída de FEV₁ en nuestra muestra los resultados fueron similares a los hallados en el estudio realizado por Melani y cols⁷³ donde se objetiva que la percepción de máxima disnea precede a la caída máxima de la función pulmonar. La mayoría de los niños presentaron la máxima puntuación en la escala de Borg a los 3 minutos (77% en nuestro estudio, 39% en el estudio de Melani), este hecho se atribuye a la aparición precoz de fenómenos inflamatorios que preceden al broncospasmo, como puede ser la liberación de taquiquininas. Sólo en los pacientes con test positivo (considerando un punto de corte de caída de FEV₁ del 15%) no se encontraron diferencias entre el momento de la percepción y la máxima reducción del FEV₁.

La caída de la función pulmonar fue más simultánea respecto al momento de la percepción de máxima disnea.

V.8. Tipos de perceptores de disnea.

Algunos pacientes con asma presentan una percepción alterada de la disnea. Los diferentes métodos utilizados para clasificar a los pacientes y las diferentes pruebas de provocación condicionan la comparación de los resultados publicados.

Magadale y cols¹²⁸ clasificaron como hipoperceptores (según el valor de Borg fuera $<$ Borg-1DS) a un 26% de los 113 pacientes con asma estable que acudieron a su consulta. Cifras similares a las obtenidas por Stravinskaite¹¹⁷ que clasificó en una muestra de 192 pacientes con asma al 22,4% como hipoperceptores (según el valor del PS20- disnea en la escala Borg al caer el FEV₁ el 20% durante una prueba de provocación con metacolina fuera $<$ PS20-1DS). Todas las muestras son mayores que la valorada en este estudio, aunque también hay otros trabajos con un tamaño muestral similar 35, 20, 36 o 13 pacientes^{56;89;101;121}.

La clasificación de los pacientes según el tipo de percepción de disnea se ha basado en los valores de los residuos (las diferencias entre los valores pronosticados del CB (obtenidos a partir de la recta de regresión mínimo cuadrática del CB sobre la variable independiente, la caída del FEV₁) y los valores reales). Según esta clasificación los pacientes hiperceptores de manera global presentaron mayor puntuación en la disnea y un valor de CB mayor, como era esperable.

Los valores de la disnea (CB y Borg máximo) en cada grupo de percepción de disnea no son diferentes a otros estudios que han clasificado a los pacientes mediante otros métodos, lo que sería un dato más que apoya la utilización de los residuos brutos para la clasificación del tipo de percepción de

disnea en pacientes sometidos a una prueba de esfuerzo (donde no se pueden elaborar curvas dosis-respuesta).

Los valores de disnea máxima (valor comparable al PS20) en los pacientes hipoperceptores/ normoperceptores/ hiperperceptores de nuestra muestra fueron de 1,038/ 3,019/ 4,53 respectivamente. El rango de valores de Borg máximo de los pacientes normoperceptores fue de 0,5-5. Los valores de disnea (cuantificados mediante una escala de Borg en el momento de máxima caída del FEV₁:20%, (PS20) que clasificaban a los pacientes como normoperceptores en el estudio de Stravinskaite¹¹⁷ (192 pacientes con asma sometidos a una prueba de broncoprovocación con metacolina) estaban entre 0,95 y 4,57. En el estudio de Martínez⁷⁴ los valores de CB en los pacientes normoperceptores con asma leve/ moderada/ severa fueron 0,76-3,58/ 0,14-2,95/ 0,36-2,29 respectivamente. En nuestra muestra los valores medios del CB en los pacientes hipo/ normo/ hiperperceptores fueron de 0,115/ 2,012/ 3,88 respectivamente; con un rango de valores en los pacientes normoperceptores de 0,5 a 4.

V.8.1.1. Influencia del sexo y nivel de ansiedad.

Las mujeres presentan mayor número de ingresos y mayor uso de medicación de rescate que los hombres con asma. Weiner y cols determinaron que las mujeres tenían mayor percepción de disnea que los hombres para un mismo grado de obstrucción del flujo en la vía aérea, presentando un mayor consumo de β_2 agonistas y menor puntuación en los cuestionarios de calidad de vida. La explicación en parte a esta diferente percepción de las mujeres podría atribuirse a diferencias en la fuerza inspiratoria máxima muscular además de otros factores. La edad media de la población estudiada fue de 36 años, por lo que estos datos no pueden ser extrapolados a la población infantil, donde las diferencias hombre-mujer a nivel físico/psicológico/social no son tan acusadas en determinadas edades y no tiene por qué condicionar una diferente forma de percepción de la disnea de manera tan acusada como en los adultos⁵⁵.

En otros estudios Wamboldt y cols⁶⁹, Boulet y cols¹²⁹ y Kifle y cols⁷² no encontraron diferencias entre los pacientes hiperperceptores o hipoperceptores respecto al sexo. En los tres casos las pruebas de broncoprovocación fueron test inespecíficos (metacolina, histamina, aumento de cargas resistivas respectivamente). Baker y cols¹⁰¹ tampoco encontraron diferencias respecto al sexo entre pacientes considerados perceptores y no perceptores (tras realizar un test de metacolina en 35 niños con una edad media de 12 años), la clasificación de la percepción no fue en tres categorías por lo que los resultados no son fácilmente comparables con los nuestros, además de que la función pulmonar de estos pacientes era baja (FEV₁ basal medio 85,1%) y el test fue positivo en el 94% de los pacientes, tenían un importante grado de hiperrespuesta bronquial.

En nuestra muestra sin embargo sí se encontró un mayor número de mujeres hiperperceptoras de las esperadas y un mayor número de pacientes normoperceptores varones de los esperados. No hubo diferencias en la puntuación de ansiedad, grado de entrenamiento, disnea basal, gravedad o tiempo de evolución del asma según el sexo, por lo que estos factores no influirían. La diferencia respecto a los estudios previos se podría explicar por el diferente diseño de los estudios y las diferentes edades de las muestras, la edad media más baja de los 3 estudios fue la de Wamboldt (16 años).

Al igual que en otros estudios no encontramos diferencias significativas en las variables psicológicas respecto al tipo de percepción de los pacientes, aunque sí una mayor tendencia a que los pacientes hiperperceptores tuvieran una mayor puntuación en las escalas de ansiedad (34,41) y los hipoperceptores menor⁶⁹. Martinez y cols sí encontraron diferencias significativas en la puntuación de ansiedad Rasgo en los pacientes hipoperceptores (menores valores) respecto a los hiperperceptores⁷⁴, aunque la edad media de la muestra fue mayor (38 años, rango de 15 a 70 años).

V.8.1.2. Influencia de la gravedad del asma, tiempo de evolución, función pulmonar y disnea basal.

Magadale y cols sí encontraron diferencias significativas respecto al número de hospitalizaciones, visitas a urgencias y ataques de asma casi fatal en contraste con los hallazgos de nuestra muestra (en el estudio antes mencionado se usó una prueba de respiración contra cargas resistivas progresivas lo que podría justificar las diferencias). También encontraron una tendencia a que los pacientes con baja percepción presentaran una edad mayor con más tiempo de evolución de su asma, aunque sin valores significativamente distintos¹²⁸. En nuestra muestra la gravedad del asma no fue un factor condicionante en el tipo de percepción de disnea. De manera similar Nannini tras construir un nuevo índice para determinar la presencia de una pobre percepción de disnea (teniendo en cuenta la disnea cuantificada mediante una escala de Borg al final de una maniobra de apnea voluntaria y valores de función pulmonar) no encontró diferencias estadísticamente significativas en la percepción de disnea según la gravedad del asma¹³⁰.

Chetta y cols⁵⁶ sin embargo sí encontraron, en 36 pacientes con asma sometidos a una provocación con metacolina, que una mayor severidad del asma estaba ligada a mayores alteraciones en la personalidad y una menor percepción de disnea, aunque la muestra tenía una distribución según la gravedad del asma poco habitual ya que se recogieron datos de 12 pacientes con asma leve, 12 con asma moderada y 12 con asma severa (36 pacientes con un rango de edades entre 18 y 52 años).

Los datos publicados sobre la relación entre la percepción y la edad y el tiempo de evolución del asma son diversos, aunque en la mayoría de los estudios, de manera similar a este trabajo, no se han encontrado diferencias entre los distintos grupos de perceptores^{69;72;119}. En otros estudios se postula la aparición de una adaptación temporal, la aparición de tolerancia que reduce la intensidad sensorial de la experiencia de disnea en comparación con sujetos

con menos tiempo de evolución o con la presencia de una menor reactividad que conllevaría a una hipopercepción de la disnea. Rietveld y cols¹⁰⁹ encontraron que pacientes con una obstrucción de la vía aérea prolongada percibirían los síntomas peor que aquellos pacientes con una obstrucción de la vía aérea aguda, aunque en este estudio no se realizó una clasificación de los pacientes según el tipo de percepción de disnea y eran todos adolescentes con asma severa e inestable. En nuestra muestra, como se ha comentado previamente, no hay diferencias significativas pero el tiempo de evolución del asma es mayor en los pacientes hiperperceptores (7,2 años frente a 6,6 en los hipoperceptores) lo que podría deberse a un mejor conocimiento de los síntomas y mayor experiencia.

En nuestra muestra no hubo diferencias en la función pulmonar basal entre los distintos tipos de perceptores al igual que en los estudios de Wamboldt y cols⁶⁹ o Boulet¹²⁹. Otros autores como Otanelli y cols¹¹⁹ sí han encontrado que los pacientes obstruidos presentaban menores valores en la intercepción de la curva de regresión entre los valores del Borg y la reducción del FEV₁, aunque casi la mitad de la muestra presentaba un grado de obstrucción inicial importante (FEV₁ inicial menor del 60%). Sólo dos pacientes de nuestra muestra presentaron valores de función pulmonar inicial menores del 80% (77,42 y 77,32%) por lo que llegar a conclusiones relevantes sobre la influencia del grado de obstrucción inicial en la percepción de disnea es difícil.

En los valores de disnea basal de nuestros pacientes, de manera similar a los resultados del estudio de Martínez y cols⁷⁴, no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupo de perceptores. Los valores del Borg basal en los pacientes hipoperceptores y normoperceptores fueron muy parecidos en ambos estudios a pesar del diferente método de clasificación. Sin embargo en la muestra de adultos estudiada por Martínez los pacientes hiperperceptores ya presentaban valores más elevados que los pacientes hipo y normo (Borg basal 1,2) mientras que en nuestra muestra el Borg basal medio de los pacientes hiperperceptores fue 0,65. Los pacientes hiperperceptores de nuestra muestra

presentaron una función pulmonar inicial mejor que los hipo o normoperceptores, aunque no significativamente, y valores más altos (FEV_1 basal 100,5%) que el grupo de pacientes hiperperceptores del estudio de Martínez y cols (FEV_1 basal 91%) lo que explicaría las diferencias en la cuantificación de la disnea basal en este grupo de pacientes.

V.9. Análisis Concordancia padre / hijo.

Respecto a los síntomas referidos por los niños y los padres existe una coherencia bastante buena. Aquellos síntomas más aparentes son más fácilmente valorados por los padres, como la tos o el dolor articular; los síntomas más subjetivos son más difícilmente captados por los padres con una peor concordancia (presencia de dolor de cabeza o cansancio de piernas). El síntoma que ha sido cuantificado con mejor concordancia fue la aparición de tos (kappa 0,78). La presencia de sibilancias, un dato importante que el clínico utiliza para valorar la gravedad del asma, la presencia o no de un adecuado control y que muchas veces se apoya en la información otorgada por los padres), presentó una concordancia significativa aunque débil (kappa 0,29).

Hay escasísimos trabajos que analicen los síntomas referidos por los padres y los niños durante el ejercicio. Lara y cols encontraron también una correlación significativa entre la información dada por los padres y los niños respecto a la presencia de tos y sibilancias durante el ejercicio aunque con una correlación débil en ambos síntomas¹³¹. Guyatt y cols encontraron además que los niños mayores de 11 años al cuantificar de manera global los síntomas percibidos durante dos meses mediante un cuestionario específico de calidad para niños asmáticos (PAQLQ) presentaban una mejor correlación entre esta cuantificación de síntomas y el uso de medicación respecto a los datos otorgados por los padres⁸⁴.

Al cuantificar la disnea, la correlación entre los datos de los padres y los niños es significativamente buena, salvo en los datos aportados a los 30

minutos de finalizado el ejercicio. Aunque también se ha encontrado una buena correlación en la valoración del Cambio de Borg, la correlación mejor fue con la cuantificación de la disnea máxima (Borg máximo). En las gráficas de Bland Altman se aprecia que los valores se distribuyen de manera uniforme con un intervalo de confianza estrecho.

La correlación encontrada por Panditi y cols⁸⁶ ha sido menor. La disnea percibida durante una prueba de esfuerzo, cuantificada mediante una escala VAS, presentó una pobre correlación entre los padres y niños tanto al cuantificar la disnea absoluta como el cambio en la puntuación de VAS (r^2 0,06 y 0,03 respectivamente). La diferencia respecto a nuestro estudio podría deberse al uso de diferentes métodos para cuantificar la disnea.

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas en esta tesis son las siguientes:

1. Se ha hallado una correlación significativa entre el grado de disnea percibida y la caída de la función pulmonar. La correlación fue mejor con el valor de cambio de Borg que con el Borg máximo. La percepción de la disnea precedió a la caída de la función pulmonar.
2. La intensidad de los síntomas referidos por los niños tras el esfuerzo, mostró una buena correlación con el grado de disnea. Los síntomas que presentaron mejor correlación fueron la falta de aire, sibilancias, palpitaciones y tos.
3. No se ha encontrado relación entre la disnea inicial referida por los niños y la disnea cuantificada durante el ejercicio.
4. La concordancia entre la cuantificación de los síntomas realizada por los padres y por los hijos fue significativa, sobre todo respecto a la tos. El grado de disnea referido por los padres se correlacionó bien con los datos aportados por los hijos.
5. No hemos encontrado que la disnea basal, la función pulmonar inicial, la gravedad o el tiempo de evolución del asma influyeran a la hora de clasificar a los pacientes según el tipo de percepción de disnea.
6. La correlación entre la puntuación de disnea y el IMC ha sido débil pero significativa. La puntuación de disnea aumenta según aumenta el IMC mientras que la caída de la función pulmonar no es mayor.

7. La relación entre la caída de la función pulmonar y el grado de disnea se mantuvo significativa al segmentar la muestra según el sexo, en los pacientes con mayor nivel de actividad física y con asma persistente moderada y grave.
8. No hallamos relación entre los niveles de ansiedad y la percepción de disnea en nuestros pacientes. Tampoco el grado de ansiedad influyó en que los pacientes fueran hiper, hipo o normoperceptores. Así mismo no encontramos que el grado de entrenamiento influyera en la percepción de la disnea.
9. El único factor que condicionó el tipo de percepción de disnea fue el sexo, encontrándose un número significativamente mayor de niñas hiperperceptoras.

VII. BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Cummiskey J. Exercise-induced asthma: an overview. *Am.J.Med.Sci.* 2001;322:200-03.
2. Dyspnea. Mechanisms, assessment, and management: a consensus statement. American Thoracic Society. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1999;159:321-40.
3. Lores Gutiérrez V., García Río F. Disnea. *Patología Respiratoria. Manual de actuación.* Ergon; 2004. p. 77.
4. Moy ML, Lantin ML, Harver A, Schwartzstein RM. Language of dyspnea in assessment of patients with acute asthma treated with nebulized albuterol. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1998;158:749-53.
5. Simon PM, Schwartzstein RM, Weiss JW, Fencel V, Teghtsoonian M, Weinberger SE. Distinguishable types of dyspnea in patients with shortness of breath. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1990;142:1009-14.
6. Vazquez-Garcia JC, Balcazar-Cruz CA, Cervantes-Mendez G, Mejia-Alfaro R, Cossio-Alcantara J, Ramirez-Venegas A. [Descriptors of breathlessness in Mexican Spanish]. *Arch.Bronconeumol.* 2006;42:211-17.
7. Manning HL, Schwartzstein RM. Pathophysiology of dyspnea. *N.Engl.J.Med.* 1995;333:1547-53.
8. Scano G, Stendardi L, Grazzini M. Understanding dyspnoea by its language. *Eur.Respir.J.* 2005;25:380-85.
9. Loughheed MD, Lam M, Forkert L, Webb KA, O'Donnell DE. Breathlessness during acute bronchoconstriction in asthma. Pathophysiologic mechanisms. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1993;148:1452-59.
10. Killian KJ, Watson R, Otis J, St Amand TA, O'Byrne PM. Symptom perception during acute bronchoconstriction. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 2000;162:490-96.
11. Laveneziana P, Lotti P, Coli C, Binazzi B, Chiti L, Stendardi L et al. Mechanisms of dyspnoea and its language in patients with asthma. *Eur.Respir.J.* 2006;27:742-47.
12. Grupo de Trabajo para el Estudio de la Enfermedad Asmática en el niño. Síndrome de Obstrucción Bronquial en la Infancia. *An Pediatr (Barc)* 2002;56:37-43.
13. Garcia-Marcos L, Quiros AB, Hernandez GG, Guillen-Grima F, Diaz CG, Urena IC et al. Stabilization of asthma prevalence among adolescents and increase among schoolchildren (ISAAC phases I and III) in Spain. *Allergy* 2004;59:1301-07.

14. Mandhane PJ, Greene JM, Cowan JO, Taylor DR, Sears MR. Sex differences in factors associated with childhood- and adolescent-onset wheeze. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 2005;172:45-54.
15. Grupo Regional de Trabajo sobre el Asma Infantil en Atención Primaria de Asturias. Prevalencia de asma diagnosticado en la población infantil en Asturias. *An Pediatr (Barc)* 1999;51:479-84.
16. Beuther DA, Weiss ST, Sutherland ER. Obesity and asthma. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 2006;174:112-19.
17. Lucas SR, Platts-Mills TA. Paediatric asthma and obesity. *Paediatr.Respir.Rev.* 2006;7:233-38.
18. Gilliland FD, Berhane K, Islam T, McConnell R, Gauderman WJ, Gilliland SS et al. Obesity and the risk of newly diagnosed asthma in school-age children. *Am.J.Epidemiol.* 2003;158:406-15.
19. Mai XM, Nilsson L, Axelson O, Braback L, Sandin A, Kjellman NI et al. High body mass index, asthma and allergy in Swedish schoolchildren participating in the International Study of Asthma and Allergies in Childhood: Phase II. *Acta Paediatr.* 2003;92:1144-48.
20. Martinez FD, Wright AL, Taussig LM, Holberg CJ, Halonen M, Morgan WJ. Asthma and wheezing in the first six years of life. The Group Health Medical Associates. *N.Engl.J.Med.* 1995;332:133-38.
21. Busquets Monge RM, Escribano MA, Fernandez BM, Garcia-Marcos L, Garde GJ, Ibero IM et al. Consenso sobre tratamiento del asma en pediatría. *An Pediatr (Barc)* 2006;64:365-78.
22. GRAP, SEMERGEN, SEPAR, SENP, AAC. Guía Española para el Manejo del Asma (GEMA). 2003.
23. Global Initiative for Asthma (GINA). *Global Strategy for Asthma Management and Prevention.* 2006.
24. Merino HM, Aranguren CJ, Callen BM, Elorz LJ, Etxeberria AA, Galdiz Iturri JB et al. Guía de práctica clínica sobre asma (2ª parte). *An Pediatr (Barc)* 2006;65:51-66.
25. Liñán Cortés S. Test de broncoprovocación. La función pulmonar en el niño. Principios y aplicaciones. 2007. p. 79-89.
26. Lazo-Velasquez JC, Lozada AR, Cruz HM. Evaluation of severity of bronchial asthma through an exercise bronchial challenge. *Pediatr Pulmonol.* 2005;40:457-63.
27. Carlsen KH, Carlsen KC. Exercise-induced asthma. *Paediatr.Respir.Rev.* 2002;3:154-60.
28. Tan RA, Spector SL. Exercise-induced asthma: diagnosis and management. *Ann.Allergy Asthma Immunol.* 2002;89:226-35.

29. Grupo de trabajo de la SEPAR. Pruebas de Ejercicio cardiopulmonar. Arch.Bronconeumol. 2001;37:247-68.
30. Oñate Vergara E., EG Pérez-Yarza, JI Emparanza Knörr. Prevalencia actual de asma en escolares en San Sebastián. An Pediatr (Barc) 2002;64:224-28.
31. Sano F, Sole D, Naspitz CK. Prevalence and characteristics of exercise-induced asthma in children. Pediatr Allergy Immunol. 1998;9:181-85.
32. Jones CO, Qureshi S, Rona RJ, Chinn S. Exercise-induced bronchoconstriction by ethnicity and presence of asthma in British nine year olds. Thorax 1996;51:1134-36.
33. Sheth KK. Activity-induced asthma. Pediatr.Clin.North Am. 2003;50:697-716.
34. Jones NL, Killian KJ. Exercise limitation in health and disease. N.Engl.J.Med. 2000;343:632-41.
35. Drobnic Fyc. Asma inducida por esfuerzo. Madrid: Medical & Marketing Communications, 2001.
36. Milgrom H. Exercise-induced asthma: ways to wise exercise. Curr.Opin.Allergy Clin.Immunol. 2004;4:147-53.
37. National asthma education program. Expert Panel Report: Practical Guide for the Diagnosis and Management of Asthma . NHLBI produced publications, 1997.
38. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. Eur.Respir.J. 2007;29:185-209.
39. Randolph C. Exercise-induced asthma: update on pathophysiology, clinical diagnosis, and treatment. Curr Probl.Pediatr 1997;27:53-77.
40. M D L Morgan. Exercise Testing. In: Hughes, N B Pride, editors. Lung function tests: physiological principles and clinical applications. London: W B Saunders, 1999.
41. Godfrey S, Springer C, Noviski N, Maayan C, Avital A. Exercise but not methacholine differentiates asthma from chronic lung disease in children. Thorax 1991;46:488-92.
42. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. Am.J.Respir.Crit Care Med. 2003;167:211-77.
43. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, Hankinson JL, Irvin CG et al. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999. This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Directors, July 1999. Am.J.Respir.Crit Care Med. 2000;161:309-29.
44. Valencia RA, Casan CP, Perpina TM, Sebastian G. Pruebas de provocación bronquial inespecífica. Arch.Bronconeumol. 1998;34:36-44.

45. Godfrey S, Springer C, Bar-Yishay E, Avital A. Cut-off points defining normal and asthmatic bronchial reactivity to exercise and inhalation challenges in children and young adults. *Eur.Respir.J.* 1999;14:659-68.
46. Killian KJ, Summers E, Jones NL, Campbell EJ. Dyspnea and leg effort during incremental cycle ergometry. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1992;145:1339-45.
47. Ambrosino N, Scano G. Dyspnoea and its measurement. *Breathe* 2004;1:101-07.
48. E.Mañas Baena, E.Pérez Rodríguez, J.Jareño Esteban. Patología respiratoria. Manual de actuación. ERGON, 2004.
49. Burdon JG, Juniper EF, Killian KJ, Hargreave FE, Campbell EJ. The perception of breathlessness in asthma. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1982;126:825-28.
50. Holgate ST, Church MK, Polosa R. Adenosine: a positive modulator of airway inflammation in asthma. *Ann.N.Y.Acad.Sci.* 1991;629:227-36.
51. Ho CY, Gu Q, Hong JL, Lee LY. Prostaglandin E(2) enhances chemical and mechanical sensitivities of pulmonary C fibers in the rat. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 2000;162:528-33.
52. Peiffer C, Poline JB, Thivard L, Aubier M, Samson Y. Neural substrates for the perception of acutely induced dyspnea. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 2001;163:951-57.
53. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Symptom intensity and subjective limitation to exercise in patients with cardiorespiratory disorders. *Chest* 1996;110:1255-63.
54. Lotters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur.Respir.J.* 2002;20:570-76.
55. Weiner P, Magadle R, Massarwa F, Beckerman M, Berar-Yanay N. Influence of gender and inspiratory muscle training on the perception of dyspnea in patients with asthma. *Chest* 2002;122:197-201.
56. Chetta A, Gerra G, Foresi A, Zaimovic A, Del Donno M, Chittolini B et al. Personality profiles and breathlessness perception in outpatients with different gradings of asthma. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1998;157:116-22.
57. Calam R, Gregg L, Simpson B, Morris J, Woodcock A, Custovic A. Childhood asthma, behavior problems, and family functioning. *J.Allergy Clin.Immunol.* 2003;112:499-504.
58. Vila G, Hayder R, Bertrand C, Falissard B, De Blic J, Mouren-Simeoni MC et al. Psychopathology and quality of life for adolescents with asthma and their parents. *Psychosomatics* 2003;44:319-28.
59. von Leupoldt A, Riedel F, Dahme B. The impact of emotions on the perception of dyspnea in pediatric asthma. *Psychophysiology* 2006;43:641-44.

60. Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE. Cuestionario de ansiedad Estado-Rasgo, STAI. Palo Alto; Consulting Psychologists Press 1973 / (Madrid; TEA Ediciones), 1982.
61. Martinez-Moragon E, Perpina M, Belloch A, de Diego A, Martinez-Frances ME. Percepción de mejoría en los pacientes con asma. Arch.Bronconeumol. 2002;38:468-72.
62. Stevens SS. Psychophysics: Introduction to its Perceptual, Neural and Social Prospects. New York : John Wiley, 1975:1-329.
63. P W Jones. Measurement of Breathlessness. In: Hughes, N B Pride, editors. Lung function tests: physiological principles and clinical applications. London: W B Saunders, 1999.
64. Mahler DA, Weinberg DH, Wells CK, Feinstein AR. The measurement of dyspnea. Contents, interobserver agreement, and physiologic correlates of two new clinical indexes. Chest 1984;85:751-58.
65. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Med.Sci.Sports Exerc. 1982;14:377-81.
66. Aros F, Boraita A, Alegria E, Alonso AM, Bardaji A, Lamiel R et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. Rev.Esp.Cardiol. 2000;53:1063-94.
67. Wilson RC, Jones PW. Long-term reproducibility of Borg scale estimates of breathlessness during exercise. Clin.Sci.(Lond) 1991;80:309-12.
68. Rampulla C, Baiocchi S, Dacosto E, Ambrosino N. Dyspnea on exercise. Pathophysiologic mechanisms. Chest 1992;101:248S-52S.
69. Wamboldt MZ, Bihun JT, Szeffler S, Hewitt J. Perception of induced bronchoconstriction in a community sample of adolescents. J.Allergy Clin.Immunol. 2000;106:1102-07.
70. Mañas Baena E, Perez Rodríguez E, Jareño Esteban J. Patología respiratoria. Manual de actuación. Ergon, 2004.
71. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Scand.J.Rehabil.Med. 1970;2:92-98.
72. Kifle Y, Seng V, Davenport PW. Magnitude estimation of inspiratory resistive loads in children with life-threatening asthma. Am.J.Respir.Crit Care Med. 1997;156:1530-35.
73. Melani AS, Ciarleglio G, Pirrelli M, Sestini P. Perception of dyspnea during exercise-induced bronchoconstriction. Respir.Med. 2003;97:221-27.
74. Martinez-Moragon E, Perpina M, Belloch A, de Diego A, Martinez-Frances ME. Percepción de la disnea durante la broncoconstricción aguda en los pacientes con asma. Arch.Bronconeumol. 2003;39:67-73.

75. Respiratory Sensation. Lung Biology in Health and Disease. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996.
76. Abu-Hasan M, Tannous B, Weinberger M. Exercise-induced dyspnea in children and adolescents: if not asthma then what? *Ann.Allergy Asthma Immunol.* 2005;94:366-71.
77. Seear M, Wensley D, West N. How accurate is the diagnosis of exercise induced asthma among Vancouver schoolchildren? *Arch.Dis.Child* 2005;90:898-902.
78. Julius SM, Davenport KL, Davenport PW. Perception of intrinsic and extrinsic respiratory loads in children with life-threatening asthma. *Pediatr.Pulmonol.* 2002;34:425-33.
79. Hallstrand TS, Curtis JR, Koepsell TD, Martin DP, Schoene RB, Sullivan SD et al. Effectiveness of screening examinations to detect unrecognized exercise-induced bronchoconstriction. *J.Pediatr.* 2002;141:343-48.
80. Taylor WR, Newacheck PW. Impact of childhood asthma on health. *Pediatrics* 1992;90:657-62.
81. Kikuchi Y, Okabe S, Tamura G, Hida W, Homma M, Shirato K et al. Chemosensitivity and perception of dyspnea in patients with a history of near-fatal asthma. *N.Engl.J.Med.* 1994;330:1329-34.
82. Barreiro E, Gea J, Sanjuas C, Marcos R, Broquetas J, Milic-Emili J. Dyspnoea at rest and at the end of different exercises in patients with near-fatal asthma. *Eur.Respir.J.* 2004;24:219-25.
83. De Peuter S, Lemaigre V, Van D, I, Verleden G, Demedts M, Van den BO. Differentiation between the sensory and affective aspects of histamine-induced bronchoconstriction in asthma. *Respir.Med.* 2006.
84. Guyatt GH, Juniper EF, Griffith LE, Feeny DH, Ferrie PJ. Children and adult perceptions of childhood asthma. *Pediatrics* 1997;99:165-68.
85. Yoos HL, McMullen A. Symptom perception and evaluation in childhood asthma. *Nurs.Res.* 1999;48:2-8.
86. Panditi S, Silverman M. Perception of exercise induced asthma by children and their parents. *Arch.Dis.Child* 2003;88:807-11.
87. Scano G, Stendardi L. Dyspnea and asthma. *Curr Opin Pulm Med.* 2006 2006;12:18-22.
88. Becker A. Controversies and challenges of exercise-induced bronchoconstriction and their implications for children. *Pediatr.Pulmonol.Suppl* 2001;21:38-45.
89. Carlsen KH, Engh G, Mork M. Exercise-induced bronchoconstriction depends on exercise load. *Respir.Med.* 2000;94:750-55.

90. Frey U, Stocks J, Coates A, Sly P, Bates J. Specifications for equipment used for infant pulmonary function testing. ERS/ATS Task Force on Standards for Infant Respiratory Function Testing. European Respiratory Society/ American Thoracic Society. *Eur.Respir.J.* 2000;16:731-40.
91. Frey U, Stocks J, Sly P, Bates J. Specification for signal processing and data handling used for infant pulmonary function testing. ERS/ATS Task Force on Standards for Infant Respiratory Function Testing. European Respiratory Society/American Thoracic Society. *Eur.Respir.J.* 2000;16:1016-22.
92. Clinical exercise testing with reference to lung diseases: indications, standardization and interpretation strategies. ERS Task Force on Standardization of Clinical Exercise Testing. European Respiratory Society. *Eur.Respir.J.* 1997;10:2662-89.
93. Dahlen B, O'Byrne PM, Watson RM, Roquet A, Larsen F, Inman MD. The reproducibility and sample size requirements of exercise-induced bronchoconstriction measurements. *Eur.Respir.J.* 2001;17:581-88.
94. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
95. Turcotte H, Corbeil F, Boulet LP. Perception of breathlessness during bronchoconstriction induced by antigen, exercise, and histamine challenges. *Thorax* 1990;45:914-18.
96. Pearce N, Pekkanen J, Beasley R. How much asthma is really attributable to atopy? *Thorax* 1999;54:268-72.
97. Remes ST, Pekkanen J, Remes K, Salonen RO, Korppi M. In search of childhood asthma: questionnaire, tests of bronchial hyperresponsiveness, and clinical evaluation. *Thorax* 2002;57:120-26.
98. Jaakkola JJ, Nafstad P, Magnus P. Environmental tobacco smoke, parental atopy, and childhood asthma. *Environ.Health Perspect.* 2001;109:579-82.
99. Hopper JA, Craig KA. Environmental tobacco smoke exposure among urban children. *Pediatrics* 2000;106:E47.
100. Nieves A, Magnan A, Boniface S, Proudhon H, Lanteaume A, Romanet S et al. Phenotypes of asthma revisited upon the presence of atopy. *Respir.Med.* 2005;99:347-54.
101. Baker RR, Mishoe SC, Zaitoun FH, Arant CB, Lucas J, Rupp NT. Poor perception of airway obstruction in children with asthma. *J.Asthma* 2000;37:613-24.
102. Nixon PA. Role of exercise in the evaluation and management of pulmonary disease in children and youth. *Med.Sci.Sports Exerc.* 1996;28:414-20.
103. Ponsonby AL, Couper D, Dwyer T, Carmichael A, Wood-Baker R. Exercise-induced bronchial hyperresponsiveness and parental ISAAC questionnaire responses. *Eur.Respir.J.* 1996;9:1356-62.

104. Hofstra WB, Sont JK, Sterk PJ, Neijens HJ, Kuethe MC, Duiverman EJ. Sample size estimation in studies monitoring exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children. *Thorax* 1997;52:739-41.
105. Tancredi G, Quattrucci S, Scalercio F, De Castro G, Zicari AM, Bonci E et al. 3-min step test and treadmill exercise for evaluating exercise-induced asthma. *Eur.Respir.J.* 2004;23:569-74.
106. Mvula M, Larzelere M, Kraus M, Moisiewicz K, Morgan C, Pierce S et al. Prevalence of asthma and asthma-like symptoms in inner-city schoolchildren. *J.Asthma* 2005;42:9-16.
107. Haby MM, Peat JK, Mellis CM, Anderson SD, Woolcock AJ. An exercise challenge for epidemiological studies of childhood asthma: validity and repeatability. *Eur.Respir.J.* 1995;8:729-36.
108. Busquets Monge R.M. Aspectos epidemiológicos de la hiperreactividad bronquial inducida por el ejercicio en niños de 13-14 años en Barcelona. *An Pediatr (Barc)* 2002;56:298-303.
109. Rietveld S, Everaerd W. Perceptions of asthma by adolescents at home. *Chest* 2000;117:434-39.
110. Akcakaya N, Aydogan M, Hassanzadeh A, Camcioglu Y, Cokugras H. Psychological problems in Turkish asthmatic children and their families. *Allergol.Immunopathol.(Madr.)* 2003;31:282-87.
111. Hahn A, Anderson SD, Morton AR, Black JL, Fitch KD. A reinterpretation of the effect of temperature and water content of the inspired air in exercise-induced asthma. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1984;130:575-79.
112. Cabral AL, Conceicao GM, Fonseca-Guedes CH, Martins MA. Exercise-induced bronchospasm in children: effects of asthma severity. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1999;159:1819-23.
113. Linna O. Influence of baseline lung function on exercise-induced response in childhood asthma. *Acta Paediatr.Scand.* 1990;79:664-69.
114. Castro-Rodriguez JA, Holberg CJ, Morgan WJ, Wright AL, Martinez FD. Increased incidence of asthmalike symptoms in girls who become overweight or obese during the school years. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 2001;163:1344-49.
115. Lowhagen O, Arvidsson M, Bjarneman P, Jorgensen N. Exercise-induced respiratory symptoms are not always asthma. *Respir.Med.* 1999;93:734-38.
116. Stendardi L, Grazzini M, Gigliotti F, Lotti P, Scano G. Dyspnea and leg effort during exercise. *Respir.Med.* 2005;99:933-42.
117. Stravinskaite K, Malakauskas K, Sitkauskiene B, Sakalauskas R. Perception of dyspnea in asthmatics with normal lung function. *Medicina (Kaunas.)* 2005;41:747-53.

118. Varraso R, Siroux V, Maccario J, Pin I, Kauffmann F. Asthma severity is associated with body mass index and early menarche in women. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 2005;171:334-39.
119. Ottanelli R, Rosi E, Romagnoli I, Ronchi MC, Lanini B, Grazzini M et al. Perception of bronchoconstriction and bronchial hyper-responsiveness in asthma. *Clin.Sci.(Lond)* 2000;98:681-87.
120. Sin DD, Jones RL, Man SF. Obesity is a risk factor for dyspnea but not for airflow obstruction. *Arch.Intern.Med.* 2002;162:1477-81.
121. Kaplan TA, Montana E. Exercise-induced bronchospasm in nonasthmatic obese children. *Clin.Pediatr (Phila)* 1993;32:220-25.
122. Richardson LP, Lozano P, Russo J, McCauley E, Bush T, Katon W. Asthma symptom burden: relationship to asthma severity and anxiety and depression symptoms. *Pediatrics* 2006;118:1042-51.
123. Boulet LP, Cournoyer I, Deschesnes F, Leblanc P, Nouwen A. Perception of airflow obstruction and associated breathlessness in normal and asthmatic subjects: correlation with anxiety and bronchodilator needs. *Thorax* 1994;49:965-70.
124. Killian KJ, Summers E, Watson RM, O'Byrne PM, Jones NL, Campbell EJ. Factors contributing to dyspnoea during bronchoconstriction and exercise in asthmatic subjects. *Eur.Respir.J.* 1993;6:1004-10.
125. Farooque SP, Lee TH. Exercise-induced asthma: a review. *Practitioner* 2003;247:279-85, 288.
126. Garcia dIR, Pajaron-Fernandez MJ, Sanchez-Solis M, Martinez-Gonzalez M, I, Perez-Flores D, Pajaron-Ahumada M. Exercise-induced asthma in children: a comparative study of free and treadmill running. *Ann.Allergy Asthma Immunol.* 1998;80:232-36.
127. Carlsen KH, Engh G, Mork M, Schroder E. Cold air inhalation and exercise-induced bronchoconstriction in relationship to metacholine bronchial responsiveness: different patterns in asthmatic children and children with other chronic lung diseases. *Respir.Med.* 1998;92:308-15.
128. Magadle R, Berar-Yanay N, Weiner P. The risk of hospitalization and near-fatal and fatal asthma in relation to the perception of dyspnea. *Chest* 2002;121:329-33.
129. Boulet LP, Leblanc P, Turcotte H. Perception scoring of induced bronchoconstriction as an index of awareness of asthma symptoms. *Chest* 1994;105:1430-33.
130. Nannini LJ, Zaietta GA, Guerrera AJ, Varela JA, Fernandez OM, Flores DM. Breath-holding test in subjects with near-fatal asthma. A new index for dyspnea perception. *Respir.Med.* 2006.

131. Lara M, Duan N, Sherbourne C, Lewis MA, Landon C, Halfon N et al. Differences between child and parent reports of symptoms among Latino children with asthma. *Pediatrics* 1998;102:E68.

VIII. RESUMEN DE TESIS

VIII. RESUMEN DE TESIS

Introducción: La respiración es una de las únicas funciones vitales regulada tanto por factores voluntarios como dependientes del tronco encefálico. Durante el ejercicio hay una adaptación respiratoria, aumenta la retransmisión de órdenes motoras desde el SNC hasta los músculos respiratorios. La intensidad de estas órdenes motoras y la influencia de mediadores inflamatorios, combinadas con la contracción de los músculos respiratorios contribuyen a la aparición de disnea, la apreciación consciente de esfuerzo inspiratorio. La disnea se define como una experiencia subjetiva de falta de confort al respirar (dificultad en la respiración); una percepción de mayor trabajo respiratorio, que aparece, tanto en reposo como con un grado de actividad física inferior al esperado; engloba sensaciones cualitativamente diferentes y de intensidad variable. La percepción de disnea no se puede explicar por un único mecanismo fisiológico. Esto se pone de manifiesto al agrupar y catalogar los descriptores de disnea referidos por sujetos sanos y por pacientes con diversas enfermedades cardiorrespiratorias. La intensidad de los síntomas percibidos durante el ejercicio en pacientes con asma puede ser muy diferente entre unos pacientes y otros, debido a la variabilidad individual en los estímulos generados. Poder medir todos los elementos mecánicos, químicos y sensoriales potencialmente influyentes que generan disconfort o disnea en estos pacientes no resulta sencillo. La aparición de síntomas respiratorios con el ejercicio es una de las características esenciales del asma en la infancia que más condiciona su calidad de vida. Hay pacientes con una percepción intensa de disnea y muy poco broncoespasmo y al contrario, niños que se sienten bien tras el esfuerzo con una caída importante de la función pulmonar. No se conocen bien los factores que condicionan el que los pacientes perciban más o menos esa disnea. Se han realizado múltiples estudios para relacionar la función pulmonar con la percepción de la disnea durante el ejercicio y estudiar las variables que pueden condicionar la capacidad perceptiva de disnea.

Objetivos: Nuestro objetivo principal ha sido estudiar los factores que condicionan la percepción de la disnea durante el ejercicio en niños con asma. Se ha relacionado la percepción de la disnea con el grado de obstrucción y clasificado a los niños en buenos y malos perceptores para estudiar sus características. Quisimos además estudiar el grado de concordancia entre la disnea percibida por los padres y los niños.

Material y Métodos: Se han estudiado un total de 52 pacientes de 7 a 17 años, con asma estable y una edad media de 11,5 años, el 60% varones. Se recogieron datos epidemiológicos y clínicos y se valoró el nivel de ansiedad mediante el cuestionario STAIC-E/R. Se realizó una prueba de ejercicio en cinta rodante. Simultáneamente a la medición de la función pulmonar, los padres y los niños cuantificaron la intensidad de la disnea mediante una escala de Borg. También se cuantificó la intensidad de los síntomas percibidos en una escala Likert.

Resultados: La prueba de esfuerzo ha resultado positiva en el 57,7%, 44,2% y 34,6% según el punto de corte de caída del FEV₁ considerado fuera del 15, 13 y 10%. El valor de Borg máximo medio ha sido $2,904 \pm 2,0676$ y del Cambio de Borg (diferencia entre el Borg máximo y el Borg basal) $2,006 \pm 1,9296$. De los síntomas cuantificados por los niños los parámetros que presentaron mejor correlación con la disnea fueron la falta de aire, sibilancias y tos (con unos valores de r_s de 0,6; 0,48 y 0,4 respectivamente). La correlación fue positiva, aunque más débil entre la valoración de la disnea y la cuantificación del cansancio de piernas y palpitaciones. No se ha encontrado correlación entre la disnea y la edad, el sexo, nivel de ansiedad, forma física o gravedad del asma aunque sí con el IMC. Los pacientes con mayor IMC han presentado mayor cuantificación de la disnea sin que la reducción de su función pulmonar fuera mayor. Hallamos una correlación significativa entre el valor del CB referido por los niños y la caída del FEV₁ con una $r = 0,528$. El Borg máximo también se correlacionó con la disnea aunque débilmente. Al segmentar la muestra la correlación se mantuvo en ambos sexos, los pacientes

con test positivo y aquellos con mayor gravedad del asma. El momento de máxima percepción de disnea fue a los 4 minutos de acabada la carrera, mientras que la máxima caída de la función pulmonar fue a los 8,5 minutos. La disnea máxima precedió a la caída de la función pulmonar de manera significativa salvo en los pacientes con test positivo (considerando como punto de corte de positividad una caída del FEV₁ del 15%), en los que la caída de la función pulmonar fue más simultánea respecto al momento de la percepción de máxima disnea. La clasificación de los pacientes según el tipo de percepción de disnea se ha basado en los valores de los residuos, las diferencias entre los valores pronosticados del CB (obtenidos a partir de la recta de regresión mínimo cuadrática del CB sobre la variable independiente, la caída del FEV₁) y los valores reales. En función de los valores de los percentiles 25 y 75 de los residuos brutos, se ha clasificado a los pacientes como buenos perceptores o normoperceptores (valores entre p25 y 75) 26 pacientes, hipoperceptores (valor del residuo bruto por debajo del p25) 13 pacientes e hiperperceptores (valor del residuo bruto por encima del p75) 13 pacientes. Los valores de disnea máxima en los pacientes hipoperceptores-normoperceptores-hiperperceptores de nuestra muestra fueron de 1,038-3,019-4,53 respectivamente. El CB fue de 0,115-2,012-3,88 en los diferentes grupos. Al valorar las diferencias entre los tres grupos de perceptores se han encontrado diferencias significativas en la percepción de la disnea según el sexo (p 0,019), encontrándose más mujeres hiperperceptoras de las esperadas. En el resto de los parámetros estudiados no se encontraron diferencias significativas. Aunque sí una mayor tendencia a que los pacientes hiperperceptores tuvieran una mayor puntuación en las escalas de ansiedad (34,41) y los hipoperceptores menor (32,16). En la evaluación de los síntomas presentados, al valorar el grado de acuerdo entre los niños y los padres, se encontró concordancia significativa entre todos los síntomas salvo en la presencia de dolor de cabeza. La mejor correlación se ha demostrado al valorar la tos durante el ejercicio (índice Kappa 0,78) y la peor con el cansancio de piernas (índice Kappa 0,22). Al cuantificar la disnea, la correlación entre los datos de los padres y los niños es significativamente buena. La mejor correlación se encontró con la cuantificación de la disnea

máxima (Borg máximo) CCI 0,73. En las gráficas de Bland Altman se aprecia también que los valores se distribuyen de manera uniforme con un intervalo de confianza estrecho.

Conclusiones: Se halló una correlación significativa entre el grado de disnea percibida y la caída de la función pulmonar. La correlación fue mejor con el valor de cambio de Borg que con el Borg máximo. La percepción de la disnea precedió a la caída de la función pulmonar. La intensidad de los síntomas referidos por los niños tras el esfuerzo, mostró una buena correlación con el grado de disnea. Los síntomas que presentaron mejor correlación fueron la falta de aire, sibilancias, palpitaciones y tos. No se ha encontrado relación entre la disnea inicial referida por los niños y la disnea cuantificada durante el ejercicio. La concordancia en la cuantificación de los síntomas realizada por los padres y por los hijos fue significativa, sobre todo respecto a la tos. El grado de disnea referido por los padres se correlacionó bien con los datos aportados por los hijos. No hemos encontrado que la disnea basal, la función pulmonar inicial, la gravedad o el tiempo de evolución del asma influyeran a la hora de clasificar a los pacientes según el tipo de percepción de disnea. La correlación entre la puntuación de disnea y el IMC ha sido débil pero significativa. La puntuación de disnea aumenta según aumenta el IMC mientras que la caída de la función pulmonar no es mayor. La relación entre la caída de la función pulmonar y el grado de disnea se mantuvo significativa al segmentar la muestra según el sexo, en los pacientes con mayor nivel de actividad física y con asma persistente moderada y grave. No hallamos relación entre los niveles de ansiedad y la percepción de disnea en nuestros pacientes. Tampoco el grado de ansiedad influyó en que los pacientes fueran hiper, hipo o normoperceptores. Así mismo no encontramos que el grado de entrenamiento influyera en la percepción de la disnea. El único factor que condicionó el tipo de percepción de disnea fue el sexo, encontrándose un número significativamente mayor de niñas hiperperceptoras.

IX. ANEXO

ANEXO 1. Consentimiento Informado.

Información para el Padre(s)/ Representante(s) Legales(s)

“Estudio de los factores que condicionan la percepción de la disnea,
durante una prueba de esfuerzo, en niños con asma”

Estimado padre:

Según le habrá comunicado su médico y ya sabrá hace tiempo, su hijo padece asma bronquial; lo que tiene como consecuencia la aparición de diferentes síntomas (pitos, sibilancias, fatiga con el ejercicio...). Por las características clínicas, su hijo presenta un perfil adecuado para participar en un estudio más protocolizado de su asma de esfuerzo.

Los estudios clínicos son necesarios para obtener o proporcionar información de una manera más reglada sobre diferentes características de las enfermedades, los factores que condicionan su percepción, las pruebas más adecuadas para diagnosticarlas...

En cualquier estudio que se realiza con pacientes menores de edad, que dependen legalmente de sus padres/ representantes legales (quienes tienen la responsabilidad de su bienestar y seguridad) se debe obtener el consentimiento informado completo de los padres/ representantes legales según la legislación nacional.

Como paciente menor de edad con posibilidad de participar en un estudio, su hijo debe ser informado sobre el mismo de forma completa, en un lenguaje y términos que sea capaz de comprender, y debe asentir en participar en el estudio. Por ello como paciente menor deberá firmar personalmente y fechar el consentimiento informado escrito, junto con ustedes, sus padres/ representantes legales. El doctor responsable del estudio les informará a ustedes y a su hijo sobre sus derechos a negarse a participar o a retirarse del estudio en cualquier momento. Si se diera el caso, se respetará el deseo de su hijo o suyo para abandonar el estudio.

El estudio será realizado según las normativas locales aplicables. El diseño de este estudio ha sido evaluado por un Comité Ético independiente.

La participación en el estudio es completamente voluntaria. Si su hijo y ustedes, los padres/ representantes legales, acceden de forma totalmente libre a participar, se solicitará que tanto ustedes como su hijo otorguen su consentimiento por escrito.

- Por favor, lean cuidadosamente estas hojas de información y pregunten a su doctor cualquier duda que puedan tener. Se les dará un tiempo amplio y oportunidades para solicitar detalles del estudio. Se pueden llevar esta información y discutirla con familiares y amigos antes de que tomen una decisión. -

1. Introducción-

Los síntomas de dificultad respiratoria y fatiga son síntomas comunes en pacientes con asma. La percepción de la disnea es muy variable en cada individuo, influyendo factores tanto funcionales como ambientales, sociales, psicológicos... Una percepción alterada de la disnea puede conducir a una valoración errónea de los síntomas, lo que puede tener consecuencias importantes

2. Objetivo del Estudio- ¿Para qué se hace?

El objetivo del estudio es tener un mayor conocimiento de la percepción de la disnea durante el ejercicio, en niños con asma. Es decir analizar la relación que existe entre la percepción de la disnea y el grado de obstrucción bronquial en niños con asma durante la realización de una prueba de esfuerzo en tapiz rodante, así como definir las características de los niños hipo e hiperperceptores.

3. Descripción y Procedimientos del Estudio-

El estudio se llevará a cabo en dos fases:

Fase 1: Recogida de datos sobre la historia de enfermedad, tratamientos previos y antecedentes familiares. Se cumplimentará un test para valorar el grado de ansiedad estado-rasgo del paciente. Realización de una espirometría basal (prueba de función pulmonar). Es condición para entrar en el estudio que su hijo no haya presentado ningún ingreso, o empeoramiento en el último mes y presente una espirometría basal normal.

Fase 2: Realización de una prueba de esfuerzo en tapiz rodante: consiste en una prueba en la que el sujeto corre durante unos 6-10 minutos, con un esfuerzo que se irá incrementando gradualmente para conseguir una frecuencia cardiaca máxima determinada adecuada a su edad. Tras la carrera se realizarán espirometrías (pruebas de función pulmonar) (3,5,10,15,20 y 30 minutos tras la carrera); previo a cada espirometría el paciente cuantificará del 0 al 10 el grado de dificultad respiratoria presente en ese momento.

4. Beneficios para el Paciente-

La realización de esta prueba aportará datos sobre la presencia o no de broncospasmo durante la carrera (presencia de asma de esfuerzo), la presencia de una percepción de la disnea durante el ejercicio correcta o no (si hay una infraestimación o sobredimensión de los síntomas) y la percepción paterna de los síntomas. Así se conseguirá un mejor tratamiento de la enfermedad de base.

5. Riesgos e Inconvenientes -

Los riesgos al realizar un test de esfuerzo son mínimos y raros e incluyen mareos, fatiga, caída, irregularidades del ritmo cardiaco e infartos de miocardio muy, muy infrecuentemente (menos de 1/10.000 casos en adultos, menor frecuencia todavía en niños). En todo momento habrá personal cualificado controlando la técnica, además de la medicación y los medios precisos para tratar cualquier posible evento.

6. Procedimientos Alternativos-

En caso de no querer participar en el estudio, siendo necesario valorar la presencia o no de asma de esfuerzo, se podría realizar una prueba de función pulmonar básica (espirometría basal) y/o un test de esfuerzo más sencillo (con la obtención de menos datos), realizándose una única espirometría tras el ejercicio.

7. Participación Voluntaria-

El participar en el estudio no supondrá una alteración en cuanto al tratamiento del paciente ni la realización de pruebas especiales. La participación en el estudio es voluntaria sin que la negativa a participar influya en su tratamiento posterior.

8. Razones por las que previsiblemente pueda terminar la Participación en el Estudio-

La participación en el estudio puede terminar por motivos clínicos (incapacidad de realizar la prueba de esfuerzo, dificultad respiratoria importante...). Además en cualquier momento pueden decidir acabar su participación en el estudio por cualquier otro motivo sin tener que dar explicaciones y sin que ello repercuta en los cuidados médicos del paciente.

9. Confidencialidad- Uso de la Información Personal-

La identidad del participante se mantendrá de forma confidencial. La recogida de datos se hará siguiendo la legislación vigente al respecto (Ley Orgánica 15/1999), de 13 de diciembre, de Protección de datos de Carácter Personal, asegurándose así la confidencialidad y protección de todos los datos obtenidos en el presente estudio.

INFORMACIÓN ADICIONAL- Ante cualquier duda que aparezca sobre el estudio, póngase en contacto con la Dra. Albi Rodríguez/Dr. Villa. Servicio Neumología Pediátrica.

Información para el Paciente Menor de Edad

“Estudio de los factores que condicionan la percepción de la disnea,
durante una prueba de esfuerzo, en niños con asma”

Estimado paciente:

Según te habrán explicado tus padres y tu médico, ya sabes que tienes asma bronquial (un problema de los pulmones y los bronquios que a veces provoca pitos en el pecho, sibilancias, dificultad para respirar mientras corres ...).

Creemos que eres un candidato a participar en un estudio más organizado de tu asma de esfuerzo (de la falta de aire, disnea con el ejercicio).

Para formar parte de este estudio necesitamos que firmes un papel donde aceptas personalmente participar en el estudio. Tus padres firmarán un papel parecido al tuyo.

Tu participación en el estudio es completamente voluntaria y libre , así que aprovechamos para explicarte ahora que puedes negarte a participar y que puedes retirarte del estudio y dejarlo cuando quieras.

- Por favor lee despacio estas hojas donde te explicamos en qué consiste el estudio; ya sabes que puedes hacerle a tu doctor cualquier pregunta para entender bien todo.

1. Introducción-

La dificultad respiratoria y la falta de aire durante el ejercicio (deporte...) aparece en muchos niños con asma. Muchos niños no notan bien cuándo aparece esa dificultad respiratoria (disnea), y no toman la medicación que necesitan, no piden ayuda....

2. ¿Para qué se hace?

Queremos tener un mayor conocimiento de la percepción de la disnea durante el ejercicio en niños con asma; estudiar la relación que existe entre la percepción de la disnea y el grado de obstrucción bronquial (si los bronquios están muy cerrados y el paso de aire a los pulmones es menor de lo habitual), mientras el paciente corre unos minutos en una cinta rodante.

3. ¿Cómo haremos el estudio?

El estudio se llevará a cabo en dos etapas:

Fase 1: Primero os preguntaremos a ti y a tus padres unos datos sobre tu historia de asma, tratamientos y antecedentes familiares... Rellenarás después un cuestionario donde se valorará si eres una persona que se preocupa mucho por las cosas, si te “agobias” con facilidad...

Para hacer este estudio necesitamos que cada niño nos cuente “cuánta dificultad respiratoria tiene en cada momento”, te enseñaremos una hoja con unos números del 0 al 10, (donde 0 es ninguna dificultad respiratoria y 10 una dificultad

respiratoria máxima), tendrás que elegir cómo estás antes de empezar las pruebas, cuánta dificultad respiratoria tienes en ese momento.

Después harás una espirometría basal: soplando en un tubo conectado a un aparato, con ayuda de un juego de ordenador, mediremos cómo funcionan tus pulmones.

Fase 2: Realización de una prueba de esfuerzo en tapiz rodante- correrás durante unos 6-10 minutos, en una cinta que irá cada vez con una velocidad algo mayor para conseguir que hagas un esfuerzo parecido al que haces en el colegio durante la gimnasia y así que la prueba sea valorable. Siempre habrá un doctor contigo mientras corres y podrás decirle cualquier cosa que te pase, podrás dejar de correr en cualquier momento.

Tras la carrera volveremos a medir tu función pulmonar (soplarás de nuevo en el tubo, con ayuda del juego de ordenador en varias ocasiones (3,5,10,15,20 y 30 minutos tras la carrera). Antes de soplar en el tubo tendrás que apuntar de nuevo, en una hoja que te darán, cuánta dificultad respiratoria tienes en ese momento y elegir un número del 0 al 10.

Tu padre estará presente durante la realización de todas las pruebas y también rellenará un cuestionario parecido al tuyo.

4. ¿Para qué me va a valer a mí?

Con esta prueba sabremos si cuando te encuentras cansado mientras haces ejercicio el cansancio es por aparición de asma (tus bronquios se cierran) o por otros motivos. También sabremos si eres un niño que notas bien cuando tienes una crisis de asma (y aparece broncospasmo durante la carrera) o por el contrario no te das cuenta y sigues corriendo aunque te encuentres muy mal.

5. ¿Me puede pasar algo mientras hago las pruebas?

Hemos hecho las mismas pruebas a muchos niños y no es fácil que haya problemas. A veces te puedes marear un poco, notarte cansado... si hay algún problema estaremos en todo momento contigo para solucionarlo y volvemos a insistir en que podrás dejar el estudio en cualquier momento.

6. Otras Opciones. Participación Voluntaria.

Si prefieres no participar en el estudio, se puede hacer un test más sencillo, haciendo una prueba de función pulmonar básica (espirometría basal) o un test de esfuerzo más corto (con la obtención de menos datos), realizándose una única espirometría tras el ejercicio.

Si participas en el estudio no haremos ningún cambio añadido a tu tratamiento ni la realización de ninguna prueba especial. Tu participación en el estudio es libre.

7. ¿Por qué motivos puedo abandonar el Estudio?

Tu participación en el estudio puede terminar por motivos clínicos (que no puedas correr el tiempo necesario, que tengas dificultad respiratoria importante...). Además en cualquier momento tú puedes decidir acabar por cualquier otro motivo, sin tener que dar explicaciones y sin que ello influya en tus cuidados médicos.

8. Confidencialidad- Uso de la Información Personal

Tu identidad se mantendrá de forma confidencial.

INFORMACIÓN ADICIONAL- Ante cualquier duda que tengas sobre el estudio, puedes hablar con la Dra. Albi Rodríguez/Dr. Villa. Servicio Neumología Pediátrica.



Hospital Infantil
Universitario Niño Jesús



INFORME DEL COMITE ETICO DE INVESTIGACION CLINICA

D^a. Julia Asensio Antón, Presidente del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital "Niño Jesús" de Madrid:

CERTIFICA:

Que este Comité ha evaluado en reunión celebrada el día 27 de Julio de 2005, Acta nº 8/05 el **Estudio de los factores que condicionan la percepción de la disnea, durante una prueba de esfuerzo, en niños con asma. Código interno: R-0002/05**

Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.

La capacidad del investigador y los medios disponibles para llevar a cabo el estudio, son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el ensayo.

El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Y que este Comité acepta que dicho estudio sea realizado en el Centro: Hospital "Niño Jesús" de Madrid, por la **Dra. Salomé Albí Rodríguez** como investigador principal.

Lo que firmo en Madrid a veintinueve de Julio del año dos mil cinco.

Firmado:


D^a. Julia Asensio Antón.

HOSPITAL DEL NIÑO JESUS
Fecha : 29/07/05
Numero: 3857
S A I T D A

Avda. Menéndez Pelayo, 65
28009 MADRID
Teléfono: 91 503 59 00
Fax: 91 574 46 69

ANEXO 2. Hoja de recogida de datos.

Datos recogidos mediante Cuestionario en la primera entrevista:

NOMBRE:		APELLIDOS:	
FECHA Nacimiento		NHC	
Fecha Encuesta		Resultado TEST	0 negativo / 1 positivo

HISTORIA DE ASMA

1. Tiempo de evolución: (años)

2. Gravedad del asma actual (Diagnosticada actualmente en consulta):

1. *episodica ocasional* / 2. *episodica frecuente* / 3. *persistente moderada* / 4. *persistente grave*

3. Número de Ingresos:

Fecha del último Ingreso:

4. Ingresos en UCI

Edad:	Durante	días
Edad:	Durante	días
Edad:	Durante	días

5. Número de visitas a urgencias en el último año:

6. Tratamiento de base actual

Farmaco	Dosis diaria

Con ejercicio:

FeNO:

ANTECEDENTES PERSONALES

7. Enfermedad crónica (hepática, renal, cardíaca):

¿Cuál?:

Alguna otra enfermedad:

¿Cuál?:

8. Enfermedades:

-0. Ninguno 0 no / 1 sí

-1. Alergia alimentaria 0 no / 1 sí

-2. Alergia a neuroalergenos (hongos, pólenes, epitelio de animales, polvo) 0 no / 1 sí

-3. Dermatitis atópica 0 no / 1 sí

9. ¿Hay fumadores en casa? 0 no / 1 sí

10. ¿Hay animales de pelo en casa? 0 no / 1 sí

ANTECEDENTES FAMILIARES

11. Nivel de Educación

Padre: 1. Graduado escolar/Bachiller

2. Formación Profesional

3. Carrera universitaria.

4. Otros (detallar)

Madre: 1. .Graduado escolar/Bachiller

2. Formación Profesional

3. Carrera universitaria.

4. Otros (detallar)

12. Sí hay antecedentes en los padres o hermanos de

-0. AF Ninguno 0 no / 1 sí

-1. AF alergia 0 no / 1 sí

-2. AF Asma 0 no / 1 sí

-3. AF D. Atópica 0 no / 1 sí

13.FORMA FISICA HABITUAL

1.No hago gimnasia ni deporte en el colegio/instituto porque no puedo- Incapacidad para hacer ejercicio.

2.No me gusta la gimnasia ni el deporte. Hago la gimnasia del colegio/instituto porque me obligan.- Menor de lo habitual

3.Hago la gimnasia del colegio/Instituto. De vez en cuando practico algún que otro deporte los fines de semana.-Lo habitual

4.Me gusta mucho el deporte y estar en forma física. Además de la gimnasia del colegio/instituto entreno y practico otro/otros deportes durante la semana y el fin de semana. - Mejor de lo habitual.

EXPLORACION FISICA

Peso:	Talla:
-------	--------

Sexo	1.Hombre	2.Mujer
------	----------	---------

FC basal:	
-----------	--

Cuestionario Autoevaluación Ansiedad Estado/Rasgo en Niños

STAIC-Estado: C-E: S-E:
STAIC-Rasgo: : C-r: S-r:

CONDICIONANTES PARA INCLUSION

- Sin crisis en las últimas 4 semanas, (clínicamente estables, ausencia de modificación tto)
- Sin enfermedades crónicas
- Espirometría basal $FEV_1 > 70\%$ de su teórico en el momento de realizar la provocación
- No ejercicio 4 horas previas.
- No medicación según previsto.
- Consentimiento prueba de esfuerzo firmado

ANEXO 3. STAIC.

PRIMERA PARTE

	Nada	Algo	Mucho
1. Me siento calmado.....	1	2	3
2. Me encuentro inquieto.....	1	2	3
3. Me siento nervioso.....	1	2	3
4. Me encuentro descansado.....	1	2	3
5. Tengo miedo.....	1	2	3
6. Estoy relajado.....	1	2	3
7. Estoy preocupado.....	1	2	3
8. Me encuentro satisfecho.....	1	2	3
9. Me siento feliz.....	1	2	3
10. Me siento seguro.....	1	2	3
11. Me encuentro bien.....	1	2	3
12. Me siento molesto.....	1	2	3
13. Me siento agradablemente.....	1	2	3
14. Me encuentro atemorizado.....	1	2	3
15. Me encuentro confuso.....	1	2	3
16. Me siento animoso.....	1	2	3
17. Me siento angustiado.....	1	2	3
18. Me encuentro alegre.....	1	2	3
19. Me encuentro contrariado.....	1	2	3
20. Me siento triste.....	1	2	3

SEGUNDA PARTE

	Casi Nunca	A veces	A menudo
1. Me preocupa cometer errores.....	1	2	3
2. Siento ganas de llorar	1	2	3
3. Me siento desgraciado.....	1	2	3
4. Me cuesta tomar una decisión.....	1	2	3
5. Me cuesta enfrentarme a mis problemas.....	1	2	3
6. Me preocupo demasiado.....	1	2	3
7. Me encuentro molesto.....	1	2	3
8. Pensamientos sin importancia me vienen a la cabeza y me molestan	1	2	3
9. Me preocupan las cosas del colegio.....	1	2	3
10. Me cuesta decidirme en lo que tengo que hacer....	1	2	3
11. Noto que mi corazón late más rápido.....	1	2	3
12. Aunque no lo digo, tengo miedo.....	1	2	3
13. Me preocupo por las cosas que puedan ocurrir.....	1	2	3
14. Me cuesta quedarme dormido por las noches.....	1	2	3
15. Tengo sensaciones extrañas en el estómago.....	1	2	3
16. Me preocupa lo que otros piensen de mí.....	1	2	3
17. Me influyen tanto los problemas que no puedo olvidarlos durante un tiempo.....	1	2	3
18. Tomo las cosas demasiado en serio.....	1	2	3
19. Encuentro muchas dificultades en mi vida.....	1	2	3
20. Me siento menos feliz que los demás chicos.....	1	2	3

COMPRUEBA SI HAS CONTESTADO LAS FRASES
CON UNA SOLA RESPUESTA

ANEXO 4. Test de esfuerzo.

NOMBRE:		APELLIDOS:	
FECHA Nacimiento		NHC	
Fecha Provocación:			
Tª:	Presion:	Humedad:	

Peso: Talla: IMC:

Sat O2: FC basal: FEV₁ basal:

FC perseguida ($0.90 \cdot (220 - a)$) :

FC máxima obtenida: 0. <80 / 1.80-84; / 2.85-89;/ 3.90-94;/ 4.>95

Tiempo total del ejercicio: (calent) / (esf) / (parar) =
Tiempo de carrera con FC perseguida:

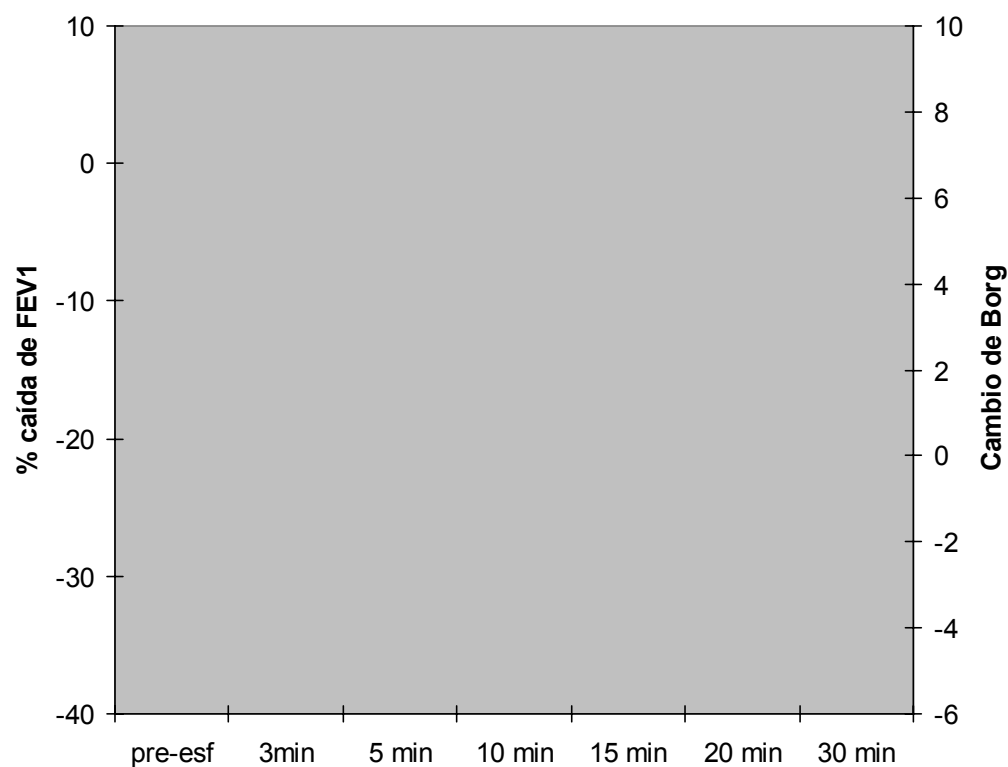
Inclinación máxima: Km totales recorridos:
Velocidad máxima: METS:

FC tras ejercicio

Sat tras ejercicio.

Tiempo tras ejercicio en tener FC basal:

Auscultación P:



ANEXO 5. Cuantificación de disnea. Síntomas. Niños

Nombre	APELLIDOS	F. Nac	F. Provocac	NHC
<p>1. Escala Borg en reposo 0</p> <p>¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora? Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</p> <p><input type="text"/></p> <p>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</p> <p>2. Primera Espirometría basal 0 3. Test de ejercicio</p>				
<p>4. Escala Borg 3</p> <p>¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora? Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</p> <p><input type="text"/></p> <p>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</p> <p>5. Segunda espirometría 3 minutos</p>				
<p>6. Escala Borg 5</p> <p>¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora? Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</p> <p><input type="text"/></p> <p>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</p> <p>7. Tercera espirometría 5 minutos</p>				
<p>8. Escala Borg 10</p> <p>¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora? Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</p> <p><input type="text"/></p> <p>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</p> <p>9. Cuarta espirometría 10 minutos</p>				
<p>10. Escala Borg 15</p> <p>¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora? Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</p> <p><input type="text"/></p> <p>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</p> <p>11. Quinta espirometría 15 minutos</p>				
<p>12. Escala Borg 20</p> <p>¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora? Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</p> <p><input type="text"/></p> <p>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</p> <p>13. Sexta espirometría 20 minutos</p>				

BRONCODILATADOR (en caso caída FEV 1> 15%)

Administración de: _____
Cada FEV 1: _____
Minutos tras ejercicio: _____

14. Escala Borg 30
¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora?
Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...

0: Absolutamente nada

0,5: muy muy poco (casi imperceptible)

1: muy ligera

2: ligera

3: moderada

4: algo intensa

5: intensa/fuerte

7: muy intensa/muy fuerte

9: muy muy intensa (casi máxima)

10: máxima

15. Séptima espirometría 30minutos

16. Escala Borg Tras BD
¿Cuánta dificultad respiratoria sientes ahora?
Ignora otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...

0: Absolutamente nada

0,5: muy muy poco (casi imperceptible)

1: muy ligera

2: ligera

3: moderada

4: algo intensa

5: intensa/fuerte

7: muy intensa/muy fuerte

9: muy muy intensa (casi máxima)

10: máxima

17. Octava espirometría BD

AL FINAL DEL TEST

Respuesta Libre

¿cómo te sientes?

	Nada (0)	Muy poco (1)	Moderado (2)	Importante (3)
Tos				
Sibilancias				
Falta de aire				
Dolor articular				
Dolor de cabeza				
Palpitaciones				
Cansancio de piernas				
Otros				

ANEXO 6. Cuantificación de disnea. Síntomas. Padres

Nombre	APELLIDOS	F. Nac	F. Provocac	NHC
<div><div>1. Escala Borg en reposo 0</div><div>¿Cuánta dificultad respiratoria siente su hijo? Ignore otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</div><div><div></div></div><div>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</div></div> <div><div>2. Primera Espirometría basal 0</div><div>3. Test de ejercicio</div></div>				
<div><div>4. Escala Borg 3</div><div>¿Cuánta dificultad respiratoria siente su hijo? Ignore otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</div><div><div></div></div><div>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</div><div>5. Segunda espirometría 3 minutos</div></div>				
<div><div>6. Escala Borg 5</div><div>¿Cuánta dificultad respiratoria siente su hijo? Ignore otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</div><div><div></div></div><div>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</div><div>7. Tercera espirometría 5 minutos</div></div>				
<div><div>8. Escala Borg 10</div><div>¿Cuánta dificultad respiratoria siente su hijo? Ignore otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</div><div><div></div></div><div>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</div><div>9. Cuarta espirometría 10 minutos</div></div>				
<div><div>10. Escala Borg 15</div><div>¿Cuánta dificultad respiratoria siente su hijo? Ignore otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</div><div><div></div></div><div>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</div><div>11. Quinta espirometría 15 minutos</div></div>				
<div><div>12. Escala Borg 20</div><div>¿Cuánta dificultad respiratoria siente su hijo? Ignore otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...</div><div><div></div></div><div>0: Absolutamente nada 0.5: muy muy poco (casi imperceptible) 1: muy ligera 2: ligera 3: moderada 4: algo intensa 5: intensa/fuerte 7: muy intensa/muy fuerte 9: muy muy intensa (casi máxima) 10: máxima</div><div>13. Sexta espirometría 20 minutos</div></div>				

BRONCODILATADOR (en caso caída FEV 1 > 15%)

Administración de: _____
Minutos tras ejercicio: _____
Caida FEV 1: _____

16. Escala Borg Tras BD

¿Cuánta dificultad respiratoria siente su hijo?

Ignore otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...

0: Absolutamente nada

0,5: muy muy poco (casi imperceptible)

1: muy ligera

2: ligera

3: moderada

4: algo intensa

5: intensa/fuerte

7: muy intensa/muy fuerte

9: muy muy intensa (casi máxima)

10: máxima

17. Octava espirometría BD

14. Escala Borg 30

¿Cuánta dificultad respiratoria siente su hijo?

Ignore otras sensaciones como irritación nasal o en la garganta, fatiga muscular...

0: Absolutamente nada

0,5: muy muy poco (casi imperceptible)

1: muy ligera

2: ligera

3: moderada

4: algo intensa

5: intensa/fuerte

7: muy intensa/muy fuerte

9: muy muy intensa (casi máxima)

10: máxima

15. Séptima espirometría 30 minutos

AL FINAL DEL TEST

Respuesta Libre

¿cómo cree que se siente su hijo?

	Nada (0)	Muy poco (1)	Moderado (2)	Importante (3)
Tos				
Sibilancias				
Falta de aire				
Dolor articular				
Dolor de cabeza				
Palpitaciones				
Cansancio de piernas				
Otros				